COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 FÉVRIER 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. le général *Sebert* dans la Section de Mécanique, en remplacement de feu M. *Resal*.

Il est donné lecture de ce Décret.

M. le Président invite M. **Sebert** à prendre place parmi ses Confrères.

Notice sur la vie et les travaux du général Favé; par M. **Sarrau**.

« Favé (Idelphonse), né à Dreux le 28 janvier 1812, entra à l'École Polytechnique en 1830; il en sortit, avec le n° 16, dans le service de l'Artillerie.

» Dès l'année 1840, n'étant que lieutenant, il écrivait sous le titre : *Mémoire sur l'Artillerie de campagne,* un Ouvrage répondant à un programme posé par le Comité d'artillerie. Ce travail ne fut déposé qu'après l'expiration du délai fixé pour le concours; néanmoins, une récompense extraordinaire fut accordée à l'auteur, et son Mémoire, inséré au *Mémorial de l'Artillerie,* fut distribué en 1845 à tous les officiers de l'arme. Augmenté d'une seconde Partie, ce Mémoire est devenu l'Ouvrage intitulé : *Histoire et tactique des trois armes.*

» En la même année 1845, il fit paraître un *Nouveau système de défense des places fortes,* où il proposait un système original de tranchées défensives pratiquées par les assiégés, en avant du chemin couvert, pour entraver efficacement la méthode d'attaque, par tranchées offensives, due au génie de Vauban.

» En 1847, en collaboration avec Reinaud, de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, qui lui avait fourni des documents décisifs empruntés aux auteurs arabes du moyen âge, il publiait le résultat de ses études sur le *Feu grégeois et les origines de la poudre.*

» Ces travaux témoignent de ses connaissances profondes en Art militaire et de son érudition; il ne tarda pas à montrer qu'il savait aborder avec la précision et l'exactitude scientifiques les questions se rapportant à cette redoutable Science de la guerre qui se justifie par la protection qu'elle donne à la Patrie.

» Vers la fin de 1848, le capitaine Favé, alors adjoint au directeur de l'atelier de précision de l'Artillerie, était mandé par le prince Louis-Napoléon Bonaparte. Prisonnier au fort de Ham, le prince avait écrit des *Études sur le passé et l'avenir de l'Artillerie,* où il citait le livre de Favé sur les *Trois armes;* président de la République, il le choisissait pour réaliser son projet d'amener l'artillerie de campagne au plus haut degré de simplification, en remplaçant les quatre modèles de bouches à feu, alors en service, par un modèle unique équivalent, ou même supérieur.

» Une batterie se composait alors de quatre canons à boulets pleins et de deux obusiers, les canons de 8 et de 12 s'associant respectivement aux obusiers de 15^{cm} et de 16^{cm}.

» Favé proposa une pièce unique, ayant le calibre du canon de 12, tirant à volonté un boulet plein ou un obus, avec cette condition que la puissance générale de l'armement ne fût pas amoindrie et que sa légèreté fût accrue. A cet effet, il réduisait au quart du poids du projectile la charge qui, dans le canon de 12, était celle du tiers. Il avait judicieusement cal-

culé que cette réduction, avec la poudre alors usitée, n'abaissait que de 30^m environ la vitesse du boulet, en atténuait à peine l'effet destructeur et permettait cependant de réduire d'un quart le poids du canon par suite de la diminution des pressions intérieures. Ce canon était, dans tous les cas, supérieur au canon de 8; de plus, le tir des obus y était plus précis que dans les obusiers réglementaires, en raison de la supériorité des vitesses initiales. Le poids des obus était, il est vrai, diminué puisque leur calibre était moindre; mais le poids total du métal lancé dans un même temps devenait, en fait, supérieur lorsque, dans le combat, les six canons tiraient en obusiers.

» L'affût adopté fut celui du canon de 8, dont la résistance fut même accrue par de très simples modifications intérieures.

» A la suite des expériences prescrites par le Comité d'artillerie, le canon-obusier de 12 fut adopté et la réforme de l'armement s'accomplit, sans frais considérables, puisqu'elle se réduisait à la refonte de canons en bronze et utilisait les anciens affûts ainsi que tout le matériel roulant.

» La guerre de Crimée établit la supériorité de la nouvelle artillerie; les États-Unis d'Amérique l'adoptèrent et en firent usage dans la guerre de la Sécession.

» Favé trouva, dans la guerre de Crimée, l'occasion d'une nouvelle création, bien importante, car elle fut le germe des marines cuirassées. Il fut chargé par l'empereur d'étudier l'attaque du port de Cronstadt, organe principal de la puissance navale de la Russie dans la Baltique.

» Il était absolument impossible à notre flotte de forcer une passe étroite défendue par plusieurs étages de casemates armées d'un très grand nombre de canons; mais il fut reconnu que des navires, tirant moins de trois mètres d'eau, pourraient, en des points déterminés, se dérober au tir des forts et les battre efficacement. Pour le succès d'une telle attaque, il suffisait de se procurer des batteries flottantes capables de recevoir, sans sombrer, les coups qui les atteindraient pendant la traversée.

» Avec le concours de deux officiers du Génie maritime, l'inspecteur général Garnier et l'ingénieur Guieysse, Favé établit le projet de ces batteries dont les murailles en bois étaient revêtues de plaques de fer. L'épaisseur de ces plaques étaient calculée de manière à supporter, à 300 mètres de distance, le choc des boulets de 30, et, dans ces conditions, l'artillerie des forts devenait inefficace. Ces batteries étaient mues par la vapeur; mais, l'opération devant se faire par mer calme, les machines étaient de faible puissance, peu encombrantes et peu coûteuses.

» La suite des événements détourna ces batteries de leur destination première; l'héroïque défense de Sébastopol se prolongeant outre mesure, on résolut d'y envoyer les trois premières batteries prêtes. Quand elles arrivèrent, Sébastopol était en notre pouvoir et elles servirent à l'attaque contre Kinburn.

» Le 18 octobre 1855, les trois batteries *La Dévastation*, *La Lave* et *La Tonnante* démantelèrent en quelques heures le fort de Kinburn : « Je les » ai revues en France, a écrit Dupuy de Lôme ([1]), portant sur leurs pla- » ques l'empreinte d'un grand nombre de boulets qui n'avaient pas réussi » à en casser une seule » et l'illustre ingénieur ajoute ce qui suit :

« Étant moi-même l'auteur de notre flotte cuirassée, dont les premiers » navires ont paru avant aucune création de ce genre à l'étranger, je saisis » avec empressement l'occasion que m'offre mon rôle de rapporteur pour » constater à nouveau que l'honneur d'avoir conçu et fait construire nos » premières batteries flottantes revient à M. Favé, qui a ajouté ainsi une » belle page à l'histoire de notre pays. »

» Constamment préoccupé des mesures propres à accroître la puissance de l'armement, Favé ne considérait pas comme définitive la modification qu'il avait réalisée dans l'artillerie; ce fut à la suite de son Rapport sur les expériences de La Fère que le Comité d'artillerie, suivant les tracés de Treuille de Beaulieu, créa la première artillerie rayée qui a rendu de si grands services dans la campagne d'Italie.

» Poursuivant ses propres recherches, il dirigeait à Meudon, en 1860, les premiers essais de canons à balles formés d'un faisceau de tubes rayés parallèles. Des mitrailleuses furent plus tard construites suivant un mode analogue, mais non suivant l'idée première de l'auteur qui jugeait que, pour être vraiment efficace, le nouveau canon devait être d'un calibre assez fort pour entrer en ligne avec les autres bouches à feu, et contre-battre l'artillerie à toutes les distances de combat.

» Il profita enfin des circonstances qui mettaient à sa disposition des ateliers d'étude et d'ajustage pour établir un fusil de calibre réduit, se chargeant par la culasse. Ce fusil présentait sur le fusil Chassepot, qui fut adopté en 1866, l'avantage d'avoir une cartouche obturatrice, comme le fusil modèle 1874; mais l'amorçage de cette cartouche laissait encore à désirer au moment où la nécessité de circonstances imprévues décida l'adoption immédiate de l'arme de guerre à tir rapide.

([1]) Archives de l'Académie des Sciences.

» Le capitaine Favé était, dès 1852, officier d'ordonnance du président de la République; sept ans plus tard, lieutenant-colonel, il devint aide de camp de l'empereur et chef de son cabinet militaire pendant la guerre d'Italie. Il eut constamment la confiance du chef de l'État, et c'est au service des justes causes qu'il mit toujours l'influence que lui donnait sa position.

» Aujourd'hui que sont éteintes les ardeurs d'un conflit qui passionna le monde savant, on peut rappeler combien digne, équitable et conforme aux intérêts de la Science, fut son attitude dans la Commission chargée de faire une enquête sur l'administration du Muséum. Bien longue serait l'énumération des inventeurs qu'il aida de ses conseils et qu'il désigna aux libéralités de l'empereur; c'est ainsi qu'il s'intéressa aux premiers essais de la fabrication de l'aluminium, aux études de Foucault, aux expériences de Lissajous, à des recherches sur la télégraphie, sur les machines thermiques. En cela il apportait une patience inaltérable, une cordiale sympathie, une bienveillance, que l'on a qualifiée d'excessive, et qui manifestait son vif désir de ne rien perdre, en ce qui peut contribuer aux progrès de la Science et de l'Industrie.

» Les questions sociales attiraient aussi sa sollicitude; il fut, en 1851, l'un des principaux fondateurs de la « Société internationale des études pratiques d'économie sociale », dont F. Le Play a été le promoteur; il prit une part active à ses travaux et, lors de l'Exposition de 1867, contribua à la création d'un nouvel ordre de récompenses en faveur des établissements « qui ont développé la bonne harmonie entre les personnes coopérant » aux mêmes travaux et qui ont assuré aux ouvriers le bien-être matériel, » intellectuel et moral ». C'est en s'inspirant du même sentiment philanthropique qu'il fut l'un des fondateurs de la « Société Franklin » pour propager les bibliothèques populaires et de « l'Œuvre des pensions militaires » pour faciliter aux blessés, aux veuves et aux orphelins, l'obtention des pensions auxquelles ils ont droit.

» Les aptitudes spéciales de Favé l'avaient naturellement désigné pour les fonctions de professeur d'Art militaire à l'École Polytechnique. Nommé général, il fut appelé, en 1865, au commandement de cette École; il y apporta les qualités bienfaisantes de son intelligence et de son caractère. Ferme et bienveillant, il y fut aimé des élèves et des maîtres; sincère admirateur de la Science pure, il n'oublia jamais que l'École, où se recrutent les principaux Services publics, est aussi l'un des foyers de la Science française. Il est des membres de cette Académie qui se souviennent avec grati-

tude de l'appui qu'il donna à leurs débuts, des ressources qu'il offrit à leurs travaux.

» Pendant la guerre de 1870, le général Favé servit d'abord l'armée active, puis fut envoyé du camp de Châlons à Paris, où il commanda l'artillerie de l'enceinte et des forts, sur la rive droite de la Seine. Il prit une part importante à la bataille de Champigny et à l'attaque de Ville-Évrard, où il fut gravement blessé par un éclat d'obus.

» Nommé, en 1871, au commandement de l'artillerie du 14e corps, à Grenoble, il conserva ce poste jusqu'à sa mise au cadre de réserve, en 1874 ; il fut alors nommé grand officier de la Légion d'honneur.

» Il reprit, quelque temps après, le cours d'Art militaire à l'École Polytechnique et le conserva jusqu'en 1882; travailleur infatigable, il consacra ses loisirs à des études historiques et composa deux importants Ouvrages sur l'ancienne Rome et sur l'Empire des Francs.

» Il fut élu, en 1876, membre libre de l'Académie des Sciences; fort assidu aux séances, il y écoutait attentivement les Communications sur les branches les plus diverses de la Science. Lorsque, dans ces dernières années, se produisit l'évolution qui a si profondément modifié les conditions de l'armement, il la suivit avec ardeur, se rendant exactement compte de tous les progrès accomplis, et témoignant ainsi du désir qu'il avait de voir de nouveaux efforts accroître la puissance défensive et offensive de la France au delà de celle dont il avait été l'un des principaux artisans.

» Il mourut à Paris, le 14 mars 1894, et sa mémoire est vénérée par tous ceux qui ont connu cette vie, tout entière consacrée à la Science et à la Patrie.

» Une vive amitié, dont l'origine est due à Sénarmont, unissait Favé à l'illustre Pasteur; le général aimait et admirait celui dont chaque pensée a été le germe d'un bienfait pour l'humanité. Devant les manifestations d'un génie si merveilleusement bienfaisant, la tâche de ceux qui transforment et perfectionnent la Science malfaisante de la guerre paraît bien ingrate ; mais, inspirée par de cruelles nécessités, l'œuvre qu'ils accomplissent est aussi l'une des formes du Devoir : c'est ce qui fait la consolation de leur vie et l'honneur de leur mémoire. »

Note sur la troisième Partie du « Catalogue de l'Observatoire de Paris »; par **M. M. Lœwy.**

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie la troisième Partie du « Catalogue de l'Observatoire de Paris (12^h à 18^h) » qui comprend, comme les précédents, deux Volumes distincts : l'un, sous le titre *Positions observées,* renferme 108000 observations individuelles, d'où ont été déduites les coordonnées moyennes de 8565 étoiles figurant dans l'autre qui constitue le *Catalogue* proprement dit.

» Jérôme de Lalande, activement secondé par son neveu, Michel Lefrançais de Lalande, avait entrepris, il y a un siècle, à l'aide d'une toute petite lunette de 6^{cm} à 7^{cm} d'ouverture, une vaste exploration du Ciel, par zones, comprenant environ 50000 étoiles. Leurs nombreuses séries d'observations non réduites, mais qui possèdent une exactitude remarquable, ont été publiées dans l'*Histoire céleste française*. Ils ont ainsi légué à la postérité une œuvre considérable qui a déjà rendu à l'Astronomie les services les plus variés.

» Dans le but de pouvoir étudier les mouvements propres des astres et d'arriver ainsi à des conclusions plus certaines sur la valeur de la constante de la précession et sur le mouvement de translation du système solaire, Le Verrier avait organisé et inauguré, en 1854, la réobservation des zones de Lalande, à l'aide des instruments méridiens. Cet énorme travail de revision, qui a été pendant quarante-trois ans l'objet des efforts d'une partie notable du personnel de notre établissement, est presque terminé.

» Le Catalogue d'étoiles de l'Observatoire, dont les trois quarts, contenant les positions de 23349 étoiles, se trouvent maintenant entre les mains des astronomes, renferme les résultats d'ordre général déduits de ces labeurs multiples et prolongés. Nous pouvons espérer que, dans quelques années, probablement vers 1900, nous aurons entièrement achevé ce grand Ouvrage, qui rendra facilement utilisables les 400000 observations faites aux instruments de Paris pendant ce long espace de temps.

» Pour toutes les étoiles communes au Catalogue de Paris et à celui de Lalande-Baily, la différence de coordonnées fournie par les deux Catalogues a été calculée avec la plus rigoureuse exactitude. Le même travail a été fait pour le Catalogue Bradley-Auwers.

» Les résultats de ces comparaisons sont publiés, comme dans les par-

ties précédentes, dans le texte du Catalogue pour les étoiles de Lalande, et dans un Chapitre spécial pour les étoiles de Bradley.

» Le succès de cette importante publication est, en grande partie, dû à M. Gaillot, qui en a dressé le plan et dirigé l'exécution. Dans cette tâche, d'une nature si complexe, il a été secondé de la manière la plus efficace par M. Bossert, qui a, en outre, effectué une détermination des mouvements propres pour toutes les étoiles de Lalande dont le déplacement paraît sensible. »

HISTOIRE DES SCIENCES. — *L'âge du cuivre en Chaldée;* par M. **Berthelot.**

« Les découvertes faites en Chaldée, à Tello, depuis quelques années, par M. de Sarzec, ont fait connaître des monuments d'une haute antiquité, remontant aux origines de la civilisation, c'est-à-dire à cinq ou six mille ans. Elles ont fourni, entre autres, des armes, ornements et outils, susceptibles de jeter une nouvelle lumière sur l'origine de l'industrie des métaux. Tels sont les objets déposés au Musée du Louvre et que M. Heuzey, notre confrère, a bien voulu soumettre à mon examen.

» Voici les résultats que j'ai obtenus, lesquels font suite aux recherches méthodiques que je poursuis depuis quelques années sur les métaux des anciennes civilisations. Il en résulte de nouveaux progrès dans la connaissance de ces intéressantes questions. En effet, on y rencontre les premiers et plus anciens monuments datés, appartenant à l'âge du cuivre.

» 1. J'ai d'abord analysé une *lance* ou lame colossale, portant divers dessins et inscriptions, avec le nom d'un roi de Kish, lequel remonterait à une époque antérieure à Our-Nina, c'est-à-dire à quatre mille ans environ avant notre ère. Cette lance n'a pas dû servir à un usage pratique; elle semble avoir un caractère hiératique, ayant été consacrée à quelque divinité, ou à quelque souverain. Elle est formée par un métal rouge, fortement altéré dans quelques-unes de ses parties, et changé en une pâte verdâtre.

» J'ai analysé séparément le métal et les produits de son altération.

» La limaille du métal est constituée par du cuivre sensiblement pur; je n'y ai rencontré ni étain, ni plomb, ni zinc, ni arsenic, ni antimoine, en proportion sensible.

» La portion oxydée est formée par un oxychlorure de cuivre hydraté (atakamite) exempt de carbonate. Il ne s'y trouvait pas d'arsenic, ni

d'antimoine, ni d'étain, ni de zinc, mais une trace de plomb. Cette matière, desséchée à l'étuve, renfermait Cl = 19,6. L'atakamite :

$$3\,CuO.CuCl^2 + 4H^2O,$$

une fois desséché, contient Cl = 19,1.

» Cet oxychlorure résulte de l'action des eaux saumâtres du sol, au sein duquel la lame a séjourné depuis tant de siècles. Une fois l'objet retiré des profondeurs et mis en contact avec l'air, la présence des chlorures alcalins et de l'atakamite menace d'en amener, à la longue, la désagrégation totale; par suite de sa transformation progressive en protoxyde de cuivre. Cette désagrégation résulte d'un certain enchaînement de réactions, qu'une petite quantité de chlorure de sodium détermine, avec l'intermédiaire de l'atakamite, et que j'ai définies par des expériences directes (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. IV, p. 552). Elle a commencé à se produire dès à présent sur la lame chaldéenne, déposée au Louvre, et la menace d'une destruction lente. La plupart des statuettes de cuivre, trouvées dans les mêmes fouilles, et dont j'ai donné l'analyse [1], ainsi que celle des haches dont il va être question, sont également en train d'éprouver cette altération dans le Musée. Elles y sont étiquetées à tort : *objets de bronze*, étant de cuivre pur.

» 2. *Herminette à douille*, formée par un métal rouge. Fragments cassés, revêtus d'une patine verdâtre. Un instrument semblable est représenté entre les mains de personnages chaldéens, sur les monuments, de l'époque d'Our Nina à celle de Goudea, c'est-à-dire de l'an 4000 à l'an 3000 environ avant notre ère.

» Les fragments que j'ai analysés sont constitués essentiellement par du cuivre métallique, associé à un peu de protoxyde. Ni étain, ni plomb, ni zinc, ni arsenic, ni antimoine. La herminette n'est donc pas formée par du bronze, mais par du cuivre sensiblement pur.

» Il existe au Louvre plusieurs haches chaldéennes analogues à douille transversale, circulaire, située vers l'une des extrémités, de la même forme que certaines haches de bronze, des temps préhistoriques en Europe. Ces haches chaldéennes de cuivre pur sont également moulées. On en voit de pareilles, figurées dans les Ouvrages de Much (*Die Kupferzeit*), dans les belles publications de M. Chantre sur l'âge du bronze, dans celles de M. Montelius sur l'âge du cuivre en Suède, dans celles de M. Martin sur

---

[1] *Histoire des Sciences*, t. I : *Transmission de la Science antique*, p. 391.

le Musée de Minoussinsk (Sibérie). Ce sont des formes industrielles, communes, dues sans doute à un même mode de fabrication et d'emploi.

» 3. *Hachette ou herminette* complète, rouge, à tranchant vif, horizontal et à douille; elle a été trouvée, encore emmanchée, au-dessous des constructions anciennes du roi Our-Nina. M. Heuzey la regarde comme l'objet peut-être le plus ancien rencontré dans ces fouilles. Le métal est dur; c'est du cuivre pur, exempt d'étain, de plomb, de zinc; mais il renferme des traces d'arsenic et de phosphore. Ce métal semblerait donc avoir été durci par le concours de ces derniers éléments; de même que les instruments trouvés dans les mines du Sinaï, dont j'ai publié récemment les analyses. Mais nous ne possédons pas les minerais qui ont été employés dans la fabrication des objets chaldéens, et dès lors, nous ne pouvons pas affirmer, comme j'ai pu le faire pour les outils du Sinaï, que la présence de l'arsenic résulte sans doute de l'addition de quelque substance étrangère au minerai de cuivre proprement dit. En tout cas, je le répète, il s'agit ici de cuivre et non de bronze, les outils chaldéens ne contenant pas d'étain.

» Indépendamment des objets de cuivre qui précèdent, M. Heuzey m'a remis divers échantillons d'autres métaux, trouvés dans les mêmes fouilles, mais de date moins certaine. Voici les résultats que j'ai obtenus :

» 4. *Objet ovoïde,* d'apparence métallique, pesant 121^{gr}, trouvé avec les objets chaldéens.

» La limaille était constituée par du fer en partie oxydé, sans arsenic, ni zinc, ni alumine.

» 5. Lingot et rognures (anciennes) d'un métal blanc, trouvés avec des objets chaldéens dans un vase de grosse poterie.

» La limaille du lingot renfermait : argent 95,1 ; cuivre, petite quantité; patine notable; pas de plomb.

» Les rognures renfermaient : argent 98,0; cuivre, traces; pas de plomb.

» 6. *Feuille d'or jaune*, d'origine chaldéenne ou assyrienne. Cet or ne renferme ni cuivre, ni plomb, ni fer en proportion sensible. Il contient une dose considérable d'argent, dose que le poids minime de l'échantillon mis à ma disposition ne me permet pas d'ailleurs de préciser davantage. La présence de l'argent dans cette feuille d'or n'en mérite pas moins attention, car elle répond à la composition des feuilles d'or provenant des tombeaux de l'ancienne Égypte, telles que celles du cercueil du roi Hor-Fou-Ab-Ra (XIIe dynastie) et du trésor de Dahchour, découvertes par M. de Morgan, et que j'ai analysées (*Annales de Physique et de Chimie*, 7e série, t. IV,

p. 572). De même certains fils d'or et les perles d'or du collier de la princesse Noub-Hotep (XIIe dynastie). C'est toujours l'alliage antique d'or et d'argent, désigné sous le nom d'*asem*. En Chaldée comme en Égypte, à ces époques reculées, on savait mal purifier l'or natif.

» L'existence de degrés successifs dans l'usage et la purification des métaux, soit usuels, soit précieux, ressort de toutes ces analyses. En particulier, l'emploi du cuivre pur pour fabriquer les armes et outils, même d'usage courant, en Chaldée vers l'an 4000 avant notre ère, est établi par les analyses. Il a précédé l'emploi du bronze, c'est-à-dire du cuivre allié à l'étain, lequel se retrouve dans des objets postérieurs, en Chaldée comme en Égypte. On peut même ajouter que la forme des haches à douilles, les procédés de moulage et de fabrication, aussi bien que les usages pratiques auxquels ces outils étaient destinés, ont été les mêmes, soit pour les haches de cuivre pur de la Chaldée, soit pour les haches de bronze préhistoriques de l'Europe et de la Sibérie. Ces observations me paraissent d'autant plus dignes d'intérêt qu'elles ont porté sur des objets authentiques et qui remontent, en Chaldée et en Égypte, aux temps historiques proprement dits, conditions que les objets de cuivre pur trouvés en Europe ne remplissent pas au même degré. Les découvertes faites en Égypte et en Chaldée apportent dès lors de nouvelles lumières aux problèmes relatifs à l'origine de l'industrie des métaux dans l'histoire de l'humanité. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Études sur la vinification dans les régions méridionales.* Note de M. A. **Müntz.**

« Dans les vignobles du midi de la France et plus encore dans ceux de l'Algérie et de la Tunisie, le raisin arrive à la cuve à une température qui atteint et dépasse souvent 30°.

» La fermentation s'établit alors rapidement et, sous son influence, le moût s'échauffe, en un ou deux jours, jusqu'à 40° et même 42°.

» A ce moment, la levure alcoolique est tuée et la vinification s'arrête. Les vins restent douçâtres et constituent un milieu favorable au développement des bactéries, qui en altèrent la nature et y produisent des maladies. Aussi est-il fréquent de voir dans ces régions les récoltes compromises ou même complètement perdues.

» En empêchant l'échauffement excessif du moût, on obtient, au con-

traire, une fermentation régulière; tout le sucre est transformé en alcool et les microrganismes nuisibles ne trouvent plus un terrain propice à leur multiplication. Les vins sont alors de qualité bien supérieure et ne donnent plus d'inquiétude pour leur conservation.

» Ce résultat peut être obtenu à l'aide d'un appareil tubulaire [1], dans lequel circule le moût, et qui est arrosé d'eau, appareil presque identique à celui qu'emploient les brasseurs pour refroidir les moûts de bière.

» Il résulte de mes observations que le moment le plus opportun pour effectuer cette réfrigération est celui où le moût en fermentation a atteint 33° à 34°. Si on laissait monter la température jusqu'au point critique où la levure commence à souffrir, c'est-à-dire à 37°,5, les résultats seraient bien moins satisfaisants; si on la laissait monter jusqu'au point où la levure est tuée, c'est-à-dire à 39° ou 40°, l'opération serait faite en pure perte, car le refroidissement ne rendrait pas la vie à la levure.

» Aux vendanges de 1896, dans le Roussillon, j'ai appliqué la réfrigération à plusieurs milliers d'hectolitres de vin, dans un appareil débitant 80 hectolitres à l'heure; cette opération, qui représente à peine une dépense de dix centimes par hectolitre, a donné aux vins une grande supériorité sur ceux qui avaient été traités par les procédés usuels.

» En effet, la fermentation des premiers était terminée au soutirage; ils avaient une plus grande richesse alcoolique et ne contenaient plus que des traces de sucre; parfaitement sains, ils se clarifiaient rapidement. Ceux qui n'avaient pas été refroidis, dont la température s'était élevée jusqu'à 39° et 40°, avaient moins d'alcool, étaient encore très doux, restaient louches pendant plusieurs mois et menaçaient de s'altérer.

» Je reproduis ici quelques-uns des résultats que j'ai obtenus dans le Roussillon, aux vendanges de 1896, sur des vins de Carignan examinés au décuvage, 10 jours après la récolte :

	Échauffement maximum du moût.	Alcool pour 100.	Sucre restant par litre.
	°		gr
Réfrigéré	35,5	11,7	»
»	36,0	11,45	5,9
»	37,5	11,5	6,5
Non réfrigéré.........	39,0	10,2	26,0
»	39,0 à 40,0	10,1	33,0

---

[1] M. Brâme paraît avoir été le premier à essayer ce mode opératoire.

» Lorsque la température critique de 37°,5 est dépassée, ne fût-ce que de 1° ou 1°,5, la qualité du vin est immédiatement changée dans une forte proportion.

» La réfrigération, judicieusement appliquée à la vinification, peut donc rendre les plus grands services; elle a si merveilleusement réussi dans la fabrication de la bière, qu'on peut s'étonner de la voir s'introduire si lentement dans la pratique vinicole.

» L'envahissement, par des bactéries, des vins qui se sont échauffés outre mesure, dans le cours de la fermentation, m'a porté à rechercher si, parmi les produits qu'élaborent ces microrganismes, dans le cours de leur développement, et qui modifient la qualité des vins, on retrouvait de l'ammoniaque [1].

» La plupart de ces organismes sont, en effet, des ferments des matières albuminoïdes et détruisent la molécule azotée complexe, avec production d'ammoniaque. La levure, au contraire, on le sait par les travaux de Pasteur, fait disparaître cet alcali, qu'elle utilise pour la formation de ses tissus.

» Les résultats de mes expériences ont été ceux que j'avais prévus. Les vins qui ont fermenté à basse température, et dans lesquels les bactéries sont très peu abondantes, ne contiennent, en effet, que de faibles quantités d'ammoniaque, 4^{mgr} à 5^{mgr} par litre en moyenne : ceux qui se sont échauffés, au point de rendre la levure inerte et de se trouver envahis par les bactéries, contiennent de l'ammoniaque en très forte proportion, jusqu'à 50^{mgr} et même 100^{mgr} par litre.

» Voici quelques exemples qui montrent l'influence du degré d'échauffement sur les proportions d'amomniaque formées dans des vins de même cépage et de la même propriété :

	Température maxima atteinte par le moût.	Ammoniaque formée par litre.
	°	mgr
1895	37,5	6,6
1895	40,5	60,0
1896	34,25	3,2
1896	40,0	21,92

» J'ai pu isoler de ces vins des bactéries qui sont d'actifs agents de décomposition pour les matières albuminoïdes.

---

(1) La présence de sels ammoniacaux dans le vin avait déjà été signalée, notamment par M. Maumené.

» D'une façon générale, d'ailleurs, j'ai retrouvé beaucoup plus d'ammoniaque dans les vins malades ou incomplètement fermentés que dans les vins sains ou vinifiés dans de bonnes conditions.

» J'ai comparé entre eux des vins de la Gironde, de même cépage et de même origine, dont les uns étaient restés sains et dont les autres étaient devenus malades :

		Ammoniaque par litre.
		mgr
1893.	Saint-Émilion. Vin non mannité	20,5
1893.	Saint-Émilion. Vin mannité	48,0
1896.	Médoc. Vin non cassé	4,92
1896.	Médoc. Vin cassé	23,36

» L'ammoniaque ainsi formée persiste dans les vins, et je l'ai retrouvée après sept et huit ans de bouteille.

» Elle ne paraît pas avoir, par elle-même, une influence sur la qualité des vins; mais son dosage peut avoir son utilité, car une forte proportion est l'indice d'une vinification défectueuse ou de maladies de début et doit inspirer des inquiétudes quand il s'agit de vins de garde. »

ARITHMÉTIQUE. — *Sur certains points de la théorie des résidus des puissances. Caractères distinctifs des nombres, ou racines, d'où proviennent les résidus générateurs.* Note de M. DE JONQUIÈRES.

« I. ÉTAT DE LA QUESTION : p étant un module premier, n un exposant diviseur de $p-1$, et $\frac{p-1}{n}=e$, on sait que :

» 1° Le nombre des résidus *différents*, de la $n^{\text{ième}}$ puissance, est e, chacun d'eux se trouvant répété n fois;

« 2° Une partie seulement de ces résidus jouissent de la propriété de les reproduire *tous* par les résidus (selon le module p) des puissances consécutives de l'un quelconque R d'entre eux, depuis l'exposant 1 jusqu'à l'exposant e inclusivement; ce qui leur a fait donner le nom de *générateurs*. Il s'ensuit que tout résidu générateur appartient à l'exposant e (selon l'expression consacrée), c'est-à-dire que $R^e \equiv 1 \pmod p$, sans abaissement possible de l'exposant;

» 3° Lorsque l'exposant n est un nombre premier, les racines r, d'où proviennent les générateurs R et qui sont au nombre de n pour chacun de ceux-ci, appartiennent : les unes, à l'exposant $p-1=n.e$; ce sont les racines primitives de p; les autres, à l'exposant e; ce sont, parmi les racines

de la congruence $x^e - 1 \equiv 0 \pmod{p}$, celles que, par extension, Gauss a appelées *racines primitives* de cette congruence, et dont le nombre est $\varphi(e)$.

» Par exemple, si $p = 41$, $n = 5$, d'où $e = 8$, on trouve que, parmi les huit résidus, quatre sont générateurs, savoir ± 3, ± 14; chacun de ceux-ci provient de quatre racines primitives de 41 et d'une racine secondaire appartenant à l'exposant 8.

» Tels sont, *que je sache,* les résultats connus jusqu'à présent. Mais, en employant le même module 41, si l'on prend $n = 8$ et $e = 5$, les choses changent de face. Les cinq résidus différents sont alors 1, 10, 16, 18 et 37, dont les quatre derniers sont générateurs. Chacun de ceux-ci provient, indistinctement, de quatre racines primitives de 41 et de quatre autres racines appartenant à *divers* multiples de e. Pour ne citer qu'un de ces résidus, 10 provient : des quatre racines primitives 6, 13, 28, 35; de la racine 18, qui appartient à $e = 5$; de 23, qui appartient à $2e = 10$; enfin de 2 et 39, qui appartiennent à $4e = 20$.

» *Desiderata.* — Cette intervention de multiples, intermédiaires entre e et ne, de e dans les caractéristiques de quelques-unes des racines *génératrices* et les conditions où elle s'exerce, n'ont été, je crois, ni expliquées, ni même signalées. Elles forment le sujet de mes recherches et sont une conséquence du théorème suivant, où n est essentiellement un diviseur de $p - 1$.

» II. Théorème. — *Lorsqu'un résidu* R, *de puissance* $n^{ième}$, *selon le module premier* p, *est générateur, donc appartient à l'exposant* $e = \frac{p-1}{n}$, *les* n *racines* r, *d'où il provient indistinctement, appartiennent à quelque multiple* ke *de* e, *le facteur entier* k *ayant toujours, pour quelques-unes au moins d'entre elles, la valeur* n, *et étant pour celles qui restent, s'il y en a, un diviseur de* n *qui, selon le cas, n'est pas le même pour toutes ces dernières.*

» Je vais : 1° Prouver que k est toujours égal à n pour quelques-unes au moins des racines r; 2° Préciser le cas où il l'est pour toutes; 3° Définir ceux où e n'intervient qu'avec le multiplicateur $k = 1$; 4° Enfin, ceux où k prend plusieurs valeurs autres que n ou 1. De la sorte, seront éclaircis tous les points de cette question, très confuse au premier aspect. Avant tout, prouvons que la valeur $k = n$ intervient, au moins partiellement, dans tous les cas; ce qu'on sait déjà.

» Si $k = n$, la racine r appartient à l'exposant ne; c'est une racine primitive de p. Elle fait nécessairement partie de celles d'où provient l'un quelconque R des générateurs; car, tous ses résidus étant différents, les ré-

sidus de $R^1, R^2, R^3, \ldots, R^e$ le sont aussi, puisqu'ils ne sont autres que ceux-là, pris de n en n. Donc, R appartient à e; il est générateur.

» III. Cela posé, les questions que je viens d'énoncer se rapportent aux quatre cas suivants :

Premier cas : *Tous les facteurs premiers de n se trouvent dans e, avec des exposants égaux ou différents, e possédant, ou non, d'autres facteurs premiers à n.*

» Le symbole $\varphi(M)$ désignant, selon l'usage, combien il y a de nombres non supérieurs et premiers à M, le nombre des racines primitives de p est $\varphi(n.e)$, et le nombre des racines, dites *primitives*, de e (pour le module p), donc aussi celui des résidus générateurs pour la puissance $n^{\text{ième}}$, est $\varphi(e)$. Il s'ensuit, d'après (I, 1°), que les racines d'où proviennent les résidus générateurs sont, exclusivement, *toutes* les racines primitives de p, toutes les fois qu'on a l'égalité

$$n.\varphi(e) = \varphi(n.e), \tag{1}$$

car elles sont en nombre suffisant, et non surabondantes, parce qu'on ne peut jamais avoir $\varphi(n.e) > n.\varphi(e)$. Il s'agit donc de savoir dans quelles conditions l'égalité (1) est vérifiée.

» Or, elle se vérifie, comme je vais le démontrer, chaque fois que *tous* les facteurs premiers de n se retrouvent, soit avec les mêmes exposants, soit avec des exposants différents, parmi les facteurs de e; circonstances qui peuvent, par conséquent, se présenter plusieurs fois, sous des formes diverses, pour un même module p, selon le mode de partition des facteurs de $p - 1 = n.e$ entre les deux nombres n et e. Par exemple, soit $p = 97$; comme $96 = 2^5.3$, on a les diverses partitions : $n = 2^4$, $e = 2.3$; $n = 2^3$, $e = 2^2.3$; $n = 2^2$, $e = 2^3.3$; $n = 2$, $e = 2^4.3$.

» *Démonstration.* — Soit $n.e = a^A.b^B.c^C.d^D\ldots$; $a, b, c, d, \ldots$ étant des facteurs premiers; et $n = a^\alpha.b^\beta.c^\gamma.d^\delta\ldots$, avec $e = a^{\alpha'}.b^{\beta'}.c^{\gamma'}.d^{\delta'}\ldots$; $\alpha, \beta, \gamma, \ldots, \alpha', \beta', \gamma', \ldots$ étant des exposants dont aucun n'est nul, et qui satisfont aux égalités

$$\alpha + \alpha' = A, \qquad \beta + \beta' = B, \qquad \gamma + \gamma' = C, \qquad \ldots \tag{2}$$

Je dis que l'égalité (1) est vérifiée.

» En effet, le premier membre est alors

$$a^\alpha.b^\beta.c^\gamma\ldots\varphi(a^{\alpha'}.b^{\beta'}.c^{\gamma'}\ldots),$$

et il a pour valeur, comme on sait (parce que $a, b, c, \ldots$ sont des nombres

premiers)

$$a^\alpha.b^\beta.c^\gamma\ldots a^{\alpha'-1}.b^{\beta'-1}.c^{\gamma'-1}\ldots.(a-1)(b-1)(c-1)\ldots,$$

qui devient, en réunissant les facteurs de même nom,

$$a^{A-1}.b^{B-1}.c^{C-1}\ldots.(a-1)(b-1)(c-1)\ldots.$$

Or, telle est aussi la valeur du second membre, car

$$\begin{aligned}\varphi(n.e) &= \varphi(a^\alpha.b^\beta.c^\gamma\ldots.a^{\alpha'}.b^{\beta'}.c^{\gamma'}\ldots) = \varphi(a^{\alpha+\alpha'}.b^{\beta+\beta'}.c^{\gamma+\gamma'}\ldots)\\ &= a^{A-1}.b^{B-1}.c^{C-1}\ldots.(a-1)(b-1)(c-1)\ldots,\end{aligned}$$

à cause des relations (2).

» *Exemple* : $p=97$, $n=2^4$, $e=2.3=6$ (l'unique facteur premier de n se trouve dans e). Les six résidus sont ± 1, ± 35, ± 61; les seuls générateurs sont -35 et -61, c'est-à-dire 62 et 36. On est bien dans le cas qui vient d'être traité, car

$$n\varphi(e) = 2^4.2 = \varphi(2^4.2.3) = \varphi(2^5.3) = 2^4.2 = 32$$

» Les trente-deux racines primitives de 97 interviennent seules pour engendrer les deux résidus générateurs. Quant aux racines qui appartiennent à $e=6$, elles produisent des résidus qui n'appartiennent pas à l'exposant 6 et ne sont pas générateurs [1].

DEUXIÈME CAS : *n est un nombre premier.*

» Alors, on a évidemment $n\varphi(e) > \varphi(n.e)$; car $\varphi(n.e) = \varphi(n).\varphi(e)$, et n est toujours $> \varphi(n)$. Les racines primitives sont donc en nombre insuffisant pour fournir toutes les génératrices des résidus générateurs; les racines secondaires doivent prêter leur concours, et je dis que ce sont celles qui appartiennent à l'exposant e.

» En effet, on a par définition $R \equiv r^n$, et par hypothèse $r^e \equiv 1$. Soit x l'exposant *minimum* non connu, auquel appartient R; je dis que x ne peut être autre que e.

» En effet, puisque $R^x \equiv 1$, comme R^x n'est autre que r^{nx}, on a la rela-

---

[1] Je ne m'occupe pas, dans cette *Note*, des résidus *non générateurs*. Il serait très facile de démontrer qu'*ils proviennent de racines appartenant à des exposants de la forme* Kn, *où l'entier* K *est un diviseur de e, mais jamais e lui-même;* théorème corrélatif de celui que j'ai énoncé plus haut (II) et qui est démontré dans les quatre paragraphes de (III).

tion de congruence $r^{nx} \equiv r^e$, d'où $nx \equiv 0 \pmod{e}$ (*Disquisitiones*, n° 48). Puisque e divise le second membre et qu'il est premier à n, il doit diviser x, dont la valeur minimum est par conséquent e lui-même.

» Ainsi, dans ce cas, les racines appartenant à e jouissent, pour la génération des résidus générateurs, de la même aptitude et du même droit que les racines primitives. Elles se répartissent également entre eux, comme celles-ci.

» On conclut de là, pour le cas de n premier, cette relation fort simple

$$n\varphi(e) = \varphi(ne) + \varphi(e) \tag{1}$$

entre le nombre n et ceux des racines primitives de p et des racines secondaires de p appartenant à e.

» *Exemple* : $p = 41$, $n = 5$, $e = 8$; $\varphi(5.8) = 16$, $\varphi(8) = 4$, et l'on a $5.4 = 16 + 4$. En outre, les résidus des puissances cinquièmes, pour le module 41, sont ± 1, ± 3, ± 9, ± 14, parmi lesquels les seuls générateurs sont ± 3, ± 14. Ceux-ci proviennent, savoir :

$+3$,	des racines	11, 12, 28, 34 et 38_e
-3,	»	7, 13, 29, 30 et 3_e
$+14$,	»	15, 22, 24, 35 et 27_e
-14,	»	6, 17, 19, 26 et 14_e

dont les quatre premières, dans chaque ligne, sont racines primitives de 41, tandis que la dernière de chaque ligne appartient à l'exposant e. Les quatre de cette espèce s'adjoignent donc aux seize primitives.

TROISIÈME CAS : *n, nombre composé, est premier à e.*

» Si k désigne l'un quelconque des diviseurs de n, k étant, par hypothèse, premier à e, je dis que toute racine r, appartenant à l'exposant ke, engendre un résidu générateur $R \equiv r^n$.

» Soit, comme ci-dessus, x l'exposant minimum auquel appartient R. On a, par les données et l'hypothèse, $R^x \equiv 1$, donc $r^{nx} \equiv 1$, ou, en écrivant $n = kn'$, $r^{kn'x} \equiv 1$. Mais on a aussi $r^{ke} \equiv 1$; d'où $kn'x \equiv ke$, et $n'x \equiv 0 \pmod{e}$. e, diviseur du second nombre et premier à n' par hypothèse (puisque n' est un diviseur de n), doit donc diviser x; donc, comme ci-dessus, la valeur minimum de x est e. Donc, R est générateur, quand la racine r appartient à ke.

» *Exemple* : $p = 31$, $n = 2.3 = 6$, $e = 5$. Les résidus, de puissance sixième, de 31, sont 1, 2, 4, 8, 16; sauf l'unité, tous sont générateurs.

2	provient des racines	12, 21,	qui sont primitives;	de	2,	appᵗ	à e;	de 29,	appᵗ	à $2e$;	de	10, 19,	appᵗ	à $3e$
4	»	11, 24,	» ;	de	4,	»	à e;	de 27,	»	à $2e$;	de	7, 20,	»	à $3e$
8	»	17, 22,	» ;	de	8,	»	à e;	de 23,	»	à $2e$;	de	9, 14,	»	à $3e$
16	»	3, 13,	» ;	de	16,	»	à e;	de 15,	»	à $2e$;	de	18, 28,	»	à $3e$

» *Autre exemple* : $p = 97$, $n = 2^5 = 32$, $e = 3$. Les trois résidus, de puissance $32^{\text{ième}}$, de 97, sont 1, 35 et 61. Les deux derniers seuls sont générateurs et proviennent, chacun, de seize racines primitives, et de seize racines secondaires appartenant à e, $2e$, $4e$, $8e$, $16e$, leur nombre, pour chacun des deux générateurs et relativement à chacun de ces exposants, étant, respectivement, égal à la moitié de la valeur du nombre $\varphi(ke)$ qui est propre à l'exposant que l'on considère ([1]).

» Un troisième exemple s'est présenté plus haut (I), pour $p = 41$, $n = 8$, $e = 5$.

Quatrième cas : *n est composé de facteurs, les uns premiers à e, les autres non premiers à e.*

» Je dis que les racines appartenant à des exposants de la forme ke sont seules génératrices, à la condition que chaque multiplicateur k contienne *tous ceux* des facteurs a^α, b^β, c^γ, ... de n, dont les facteurs premiers a, b, c, ... se trouvent dans e (avec des exposants égaux à ceux-là ou différents), sans préjudice d'autres facteurs de n, pris exclusivement parmi ceux qui sont premiers à e.

» Par exemple, si $p = 3301$, $n = 2.3.5.11 = 330$, $e = 2.5 = 10$, on devra prendre pour k les valeurs 10, 30, 110, 330, mais non 6, 22, 33, 15, 55, qui ne contiennent qu'un seul, ou aucun, des facteurs de e.

» *Démonstration.* — Écrivons $n = kn'$; n' et e sont premiers entre eux. On a, par définition, $R \equiv r^n$ et, par hypothèse, $r^{ke} \equiv 1$, sans abaissement possible de l'exposant. Soit x l'exposant auquel R appartient, d'où $R^x \equiv r^{kn'x} \equiv 1$. De cette congruence et de la précédente, on tire $r^{kn'x} \equiv r^{ke}$, d'où $kn'x \equiv ke$ et $n'x \equiv 0 \pmod e$; on en conclut, comme ci-dessus, à cause de n' premier à e, que la moindre valeur de x est e. Donc, lorsque r appartient à ke, et seulement alors, R appartient à e; il est générateur.

» Dans le cas où k contient, en sus des facteurs non premiers entre n et e, *tous* les autres facteurs de n, la racine appartenant à ke est une racine primitive de p; on a déjà vu, d'une autre façon (II), qu'elle est toujours génératrice; les deux résultats s'accordent.

» *Exemples* : $p = 61$, $n = 2.3 = 6$, $e = 2.5 = 10$ (61 possède seize

---

([1]) Ainsi, dans cet exemple, sur les seize racines secondaires appartenant aux ke pour le générateur 35, une appartient à $e = 3$, une autre à 6, deux à 12, quatre à 24, et huit à 48; et pareillement pour le générateur 61.

racines primitives). Les dix résidus différents sont ± 1, ± 3, ± 9, ± 20, ± 27, et les quatre générateurs sont $+3$, -9, -20, $+27$. Les huit racines secondaires ± 8, ± 23, ± 24, ± 28, ... qui appartiennent à l'exposant $2e = 20$, s'adjoignent aux racines primitives pour compléter le nombre requis (vingt-quatre) des racines génératrices; mais aucune n'appartient à l'exposant $3e = 30$. Soit encore l'exemple ci-dessus : $p = 3301$, $n = 330$, $e = 10$. Le nombre des générateurs est $\varphi(e) = 4$, et les valeurs de ke qui doivent seules intervenir, sont : 100, 300, 1100 et 3300 (cette dernière correspond aux racines primitives).

» L'égalité $n.\varphi(e)$ ou $330.4 = \varphi(100) + \varphi(300) + \varphi(1100) + \varphi(3300)$ doit avoir lieu. On a, en effet,

$$1320 = 40 + 80 + 400 + 800.$$

Mais elle ne se vérifie plus, si l'on introduit parmi les nombres ke un ou plusieurs de ceux qui ont été prohibés, savoir 60, 220, 330, 150 ou 550. De plus amples détails seraient superflus.

» Le théorème (II) est donc démontré, avec toutes ses conséquences. »

ASTRONOMIE. — *Sur la planète Mars*. Note de M. **Perrotin**, communiquée par M. Janssen.

« M. Janssen nous ayant autorisé, dès le commencement de décembre 1896, à faire usage du grand équatorial de Meudon, nous avons mis à profit les rares soirées favorables de cet hiver pour diriger vers la planète Mars la puissante lunette de ce bel instrument [1]. Le but de cette Note est de résumer, en quelques lignes, les observations que nous avons faites dans le courant de ces deux derniers mois, en décembre surtout. Nous y avons joint quatre croquis ou dessins qui fixent, dans la mesure du possible, plusieurs particularités intéressantes de la surface.

» La Note se termine par l'exposé succinct des résultats nouveaux, ou précédemment obtenus dans le cours de ces dix dernières années, et dont quelques-uns trouvent une vérification précieuse dans l'étude de l'opposition actuelle.

» *Observations.* — 7 décembre 1896 (de $8^h 30^m$ à minuit) :

» Ce qui frappe, au premier abord, c'est l'aspect du continent *Lybia* [2]. Contrairement à ce qui a lieu le plus souvent, la couleur de cette portion du disque est très

---

[1] L'objectif mesure $0^m,83$ de diamètre.

[2] Les dénominations se rapportent à la Carte de Schiaparelli de 1883-1884.

claire; nous l'avons rarement vue ainsi. On aperçoit le canal *Aethiops*; *Thoth* se voit aussi, mais on ne peut savoir s'il est simple ou double. Les canaux *Hœphestus, Eunostos, Cerberus* sont des taches mal définies. Le continent *Hesperia* est très net.

» La mer *Syrtis minor* est très noire; la longue mer *Boreosyrtis* pourrait bien être interrompue en deux points de son parcours, tandis que la Carte de Schiaparelli n'en indique qu'un.

» 9 décembre :

» On observe Mars de 9^h à minuit; mais les images sont souvent agitées. Dans les instants de calme, on voit nettement le continent *Elysium* avec son contour pentagonal bien caractérisé. Sa couleur blanc rosé tranche sur la couleur rougeâtre des continents voisins. Ce continent semble se détacher en relief sur le fond du disque. Lorsque les images sont bonnes on dirait que cette partie de la planète est comme boursouflée et soulevée au-dessus de la surface.

» 10 décembre (de 10^h à 13^h) :

» *Elysium* possède un maximum d'éclat dans le voisinage de *Trivium charontis*, point de concours des canaux *Styx* et *Cerberus*. L'éclat est particulièrement vif vers le Styx et diminue graduellement dans la portion opposée.

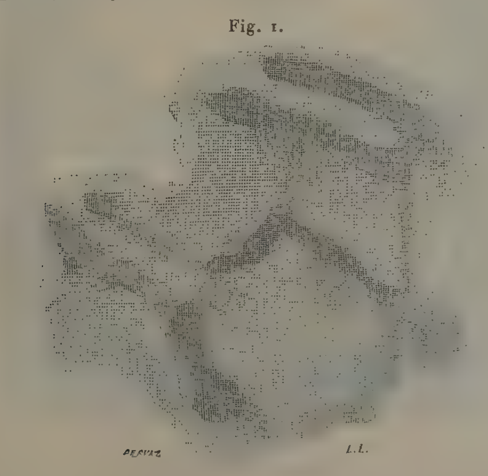
» 12 décembre :

» On observe Mars de 13^h à 16^h. Les images sont assez bonnes. On voit bien le canal circulaire *Nepenthes* qui borne la *Lybie* vers le nord. Par moments, la grande Syrthe paraît presque complètement séparée de la mer Adriatique et bien plus que ne l'indique la Carte. La *Lybie* est toujours claire, surtout du côté de la mer de la petite Syrte.

» 15 décembre (de 10^h à 14^h) :

» La *fig.* 1 représente *Elysium* à 1^h du matin.

Fig. 1.



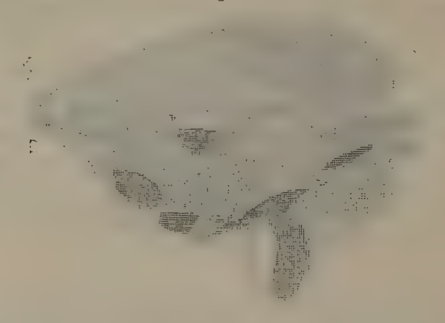
» Le carnet d'observation reproduit les remarques déjà faites hier.

» Ce continent donne toujours l'impression d'un vaste plateau s'étendant au-dessus de la surface du disque et légèrement incliné vers le sud-ouest.

» *Orcus* est double comme le montre la *fig.* 1 (à gauche).

» *Cyclops* se voit très bien au-dessus, à gauche; *Aethiops*, qui est parallèle à ce dernier, est plus faible. Ce sont deux lignes droites. Vers 2^h, on soupçonne *Hœphestus* à droite.

Fig. 2.



» 25 décembre (de 10^h30^m à 13^h) :

» Vers 10^h30^m, on reconnaît et l'on dessine le lac Soleil et les régions voisines. La

Fig. 3.



fig. 2 montre ce lac relié par trois canaux rectilignes bien caractérisés avec les mers ou les lacs qui l'entourent.

» 3 janvier 1897 (de 9^h à 11^h30^m) :

» La *fig.* 3 représente la surface de la planète pendant la soirée du 3; elle a été complétée le 4 et le 5. On y voit une série de canaux qu'il est facile d'identifier avec

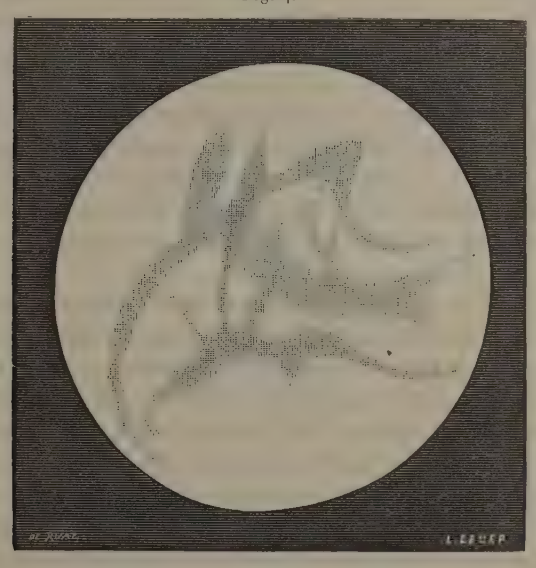
ceux de Schiaparelli. Ce sont (en allant de droite à gauche) : *Hydaspes, Indus, Oxus, Gehon, Euphrates, Orontes.*

» Le continent de couleur blanche, de forme arrondie, que l'on aperçoit en haut et à gauche est le *Hellas;* à sa droite, on note une mer qui n'est pas marquée sur la carte.

» 4 janvier (de 10^h à $12^h 30^m$) :

» La teinte de la surface de la planète est nettement rougeâtre dans la vaste zone comprise entre l'équateur et la mer boréale. A gauche de cette dernière et au-dessous, il existe une région blanche bien accusée. Ce sont peut-être des neiges.

Fig. 4.



» La couleur de l'*Elysium*, qui nous a tant frappés récemment, est intermédiaire entre ces deux teintes, mais plutôt blanche.

» On constate que les canaux *Orontes* et *Euphrates* sont doubles et se coupent à angle droit. Le premier se prolonge jusqu'à la grande Syrte à laquelle il se trouve relié par une portion de mer qui rappelle assez exactement l'embouchure d'un grand fleuve.

» J'ajoute que c'est souvent de cette manière que les canaux se rattachent aux mers, à celles de l'hémisphère austral, plus particulièrement.

» 10 janvier :

» La *fig.* 4 montre une portion de la surface du disque de la planète, dessinée entre $9^h 30^m$ et $10^h 30^m$. Ce qui frappe le plus, ce sont les deux mers de gauche qui se croisent et conservent après leur rencontre les teintes individuelles qu'elles avaient auparavant.

» A l'occasion de cette étude, qui nous a permis de constater sur Mars

quelques particularités nouvelles et de vérifier dans des conditions différentes plusieurs des résultats obtenus soit à Nice, soit, plus récemment, sur le mont Mounier, pendant les six dernières oppositions, il n'est pas inutile de préciser, en quelques mots, les faits d'observation qui nous semblent maintenant hors de doute :

» 1° Considéré au point de vue de l'aspect et de la couleur des régions qu'on y observe, le globe de Mars nous semble devoir se diviser en quatre zones distinctes.

» Ces zones, d'inégale hauteur et qui empiètent les unes sur les autres quand elles sont contiguës, font le tour de la planète en restant sensiblement parallèles à l'équateur.

» Deux d'entre elles comprennent les régions équatoriales. La première, de beaucoup la plus large (de 60° à 80° en moyenne), s'étend surtout dans l'hémisphère boréal : c'est plus spécialement la zone des singuliers canaux, dont on doit la découverte à Schiaparelli, et sur lesquels nous avons nous-même, par nos publications et dès 1886, appelé l'attention du monde savant.

» C'est aussi la portion de la surface dont la teinte, uniformément rougeâtre, tranche d'une manière saisissante sur la couleur des autres parties et donne surtout à la planète la couleur caractéristique qu'on lui connaît.

» La deuxième zone ne dépasse pas 40° à 45° dans sa plus grande largeur; elle est située en presque totalité dans l'hémisphère austral et comprend la majeure partie des mers. La teinte y va du gris clair au gris très sombre, presque noir. Les continents de cette partie du disque ([1]), non traversés par des canaux, sont d'ordinaire moins colorés, moins rougeâtres, plus clairs et plus blancs que les continents de même latitude, situés dans la région des canaux. Certains, l'*Hespérie* et le *Hellas* par exemple, sont d'un blanc très accusé.

» Les troisième et quatrième zones, qui s'étendent respectivement au delà du 60e degré de latitude boréale et du 50e ou même du 60e degré de latitude australe, présentent des continents de couleur blanche, ou grisâtre à proximité des mers. Elles aboutissent, l'une et l'autre, aux régions neigeuses ou glacées des pôles.

» 2° Pour une même distance au centre du disque, les détails de la

---

([1]) On ne peut considérer comme tels les espaces, de couleur grisâtre, resserrés entre des mers à teinte claire et contours incertains, et qui sont dans un état intermédiaire entre celui des mers et celui des continents.

surface n'apparaissent pas avec *la même facilité* dans les quatre zones.

» Le plus souvent les canaux ne se voient avec netteté que vers le milieu du disque, et la visibilité va plus loin dans le sens du méridien que dans celui des parallèles. Les détails des mers continuent à bien se distinguer à une assez grande distance du centre, et, pour les deux autres zones, la visibilité est encore relativement facile très près du bord, comme l'on peut en juger par nos dessins de 1888 ([1]). Elle est *notamment* plus grande dans le voisinage des pôles ([2]).

» 3° En dehors des changements réguliers qui suivent le cours des saisons et qui affectent surtout les glaces polaires, la configuration de la surface de Mars reste invariable dans ses grandes lignes, et les modifications de détail, passagères suivant nous, le plus sûrement constatées, se produisent dans la zone des canaux ou dans celle des mers.

» Dans le cours de notre longue étude sur cette planète, deux régions ont été plus spécialement le siège de semblables changements, ce sont : la *Lybie,* le *lac Soleil* et les environs. Les modifications quelquefois survenues dans les canaux n'ont pas eu, pour nous, le caractère de régularité admis pas d'autres observateurs.

» 4° A ces faits, d'ordre général, nous en ajouterons deux autres particuliers qui ressortent de notre étude de cette année. Le premier concerne l'*Élysium*. Ce continent, situé dans la zone des canaux, nous a toujours paru plus blanc que les parties environnantes et nous a constamment produit l'effet de se détacher en relief sur la surface du disque. Ceci n'est sans doute qu'une impression, mais elle a été si persistante et si souvent renouvelée que nous sommes porté à croire qu'elle répond à quelque chose de réel. C'est un phénomène de contraste, pourrait-on dire; nous ne le pensons pas.

» Le deuxième fait est relatif à deux mers figurées dans le dessin n° 4 et qui se croisent sans se modifier, pour cela, dans leurs teintes réciproques ([3]).

([1]) *Comptes rendus,* t. CVII.

([2]) Cela est vrai également pour Vénus ainsi que le prouvent nos dessins et nos observations sur cette planète, avec cette différence que, dans ce cas, les conditions physiques des régions polaires s'étendent à toute la zone qui avoisine le terminateur, puisque, comme Schiaparelli l'a découvert et comme nous l'avons montré nous-même, Vénus tourne constamment la même face vers le Soleil.

([3]) Voir nos dessins de 1888, *Comptes rendus,* t. CVIII, et la Carte de Schiaparelli de 1882.

» Avec les protubérances lumineuses du terminateur, les points brillants du disque signalés par nous en 1892 ([1]), ces apparences constituent le côté énigmatique de Mars.

» Néanmoins, et malgré l'ignorance où nous sommes des causes qui produisent certains de ces phénomènes, nous espérons que le résumé précédent fournit un ensemble de renseignements, dont plusieurs nouveaux, qui sont de nature à étendre nos connaissances sur la configuration de la planète et sur le rôle joué par son atmosphère dans les observations. »

Remarques sur la Note précédente ; par M. **J. Janssen.**

« Le grand intérêt de la Note précédente réside surtout dans ce fait que les résultats qu'elle contient résultent d'observations comparées, faites à Nice, au mont Mounier et à Meudon.

» Nous pensons, en effet, que lorsqu'il s'agit de phénomènes très délicats et d'une visibilité très difficile, il est indispensable de contrôler les résultats des observations en répétant celles-ci dans des conditions très différentes, tant au point de vue du Ciel que des instruments. C'est par là seulement qu'on peut atteindre au plus haut degré de certitude que comportent les observations.

» Sous ce rapport, la fondation du magnifique observatoire de Nice et celle du mont Mounier, muni d'instruments si puissants, et placés tous deux dans une région très favorable aux observations, constitue un service de premier ordre rendu à la Science par la libéralité éclairée de notre Confrère, M. Bischoffsheim. En effet, indépendamment de toutes les observations ordinaires qu'ils permettent, ces observatoires offrent, dans certains cas spéciaux, très importants pour l'Astronomie, des éléments de comparaison et de contrôle avec nos observatoires du nord de la France, contrôle que rien ne saurait remplacer. C'est ce qui arrive dans la circonstance présente.

» Nous possédons, en effet, à Meudon, un équatorial double, astronomique et photographique, le plus puissant des instruments de ce genre en Europe. Il était donc possible de comparer les observations si délicates faites sur Mars, à Nice et au mont Mounier, avec celles qu'on instituerait à Meudon.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXV.

» Aussi, en présence de l'opposition favorable de Mars en décembre dernier, et bien que j'eusse commencé sur Jupiter une importante série d'observations, je n'hésitai pas à mettre notre grand instrument entre les mains de M. Perrotin qui venait d'entrer à l'Observatoire.

» On voit, par la Note ci-dessus, que cet habile observateur a pu, non seulement confirmer ses observations de Nice et du mont Mounier, ce qui donne un grand poids à celles-ci, mais encore constater des faits nouveaux très délicats. Il y a là, commme on voit, des résultats très importants pour la Science et aussi en faveur de la puissance et des qualités optiques de notre grand instrument, ainsi qu'à l'égard du ciel de Meudon.

» Notre grand équatorial a demandé pour sa construction, et surtout pour les dispositions à prendre, afin d'en faciliter l'usage dans les diverses positions des observations, de longues études de la part du Constructeur et du Directeur. Je suis heureux de constater que le succès a répondu à nos efforts.

» La distinction des zones, établie par M. Perrotin, est importante, et le fait que la couleur si connue de la planète proviendrait uniquement de la zone des canaux, est très remarquable et conduira sans doute à d'importantes conséquences. Enfin, la constatation de la plus grande visibilité des détails de la surface, quand on s'approche des régions polaires, est encore d'un très haut intérêt.

» Qu'il me soit permis de faire remarquer que ces résultats, qui tendent à montrer que l'atmosphère de Mars contiendrait des corps pouvant se condenser et augmenter ainsi la transparence atmosphérique vers les régions polaires, paraissent en accord avec nos observations sur la présence de la vapeur d'eau dans l'atmosphère de cette planète. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. V. **Ducla** adresse la description de divers baromètres à air, permettant de mesurer la pression atmosphérique avec une approximation plus grande que les baromètres à mercure.

(Renvoi à la Section de Physique.)

M. **Dheutte** adresse la description d'un aérostat dirigeable.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Directeur de l'École française d'Athènes invite l'Académie à se faire représenter aux fêtes qui doivent avoir lieu au mois d'avril prochain, pour le Jubilé cinquantenaire de cette École.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les opérations en général.* Note de M. C. **Bourlet**, présentée par M. Appell.

« 1. Je nomme *transmutation à n variables*, toute opération qui transforme une fonction u de n variables en une autre fonction des mêmes variables. Je désigne la nouvelle fonction par ϖu et je la nomme *la transmuée*.

» Je me suis proposé de résoudre le problème général suivant :

» *Déterminer toutes les transmutations telles qu'il existe une relation, donnée à l'avance, entre les transmuées des trois fonctions u, v et $\pi(u, v)$, quelles que soient les fonctions u et v; $\pi(x, y)$ étant une fonction donnée des variables x et y, symétrique et telle, en outre, que la fonction $\pi[x, \pi(y, z)]$ soit aussi symétrique* ([1]).

» Voici la solution à laquelle je suis parvenu :

» *On peut déterminer deux fonctions* $\mathrm{A}(z)$ et $\mathrm{B}(z)$ *telles que la transmutation soit définie par l'égalité*

$$\varpi u = \mathrm{B}[\mathcal{S}\mathrm{A}(u)],$$

où $\mathcal{S}$ désigne le symbole opératif d'une transmutation telle que l'on ait, quelles que soient les fonctions u et v,

$$\mathcal{S}(u + v) = \mathcal{S}u + \mathcal{S}v. \tag{1}$$

Le problème que je me suis posé est ainsi ramené à celui-ci : *Déterminer toutes les transmutations qui transforment une somme en somme.* Ce sont les

---

([1]) J'ai donné aux fonctions symétriques telles que $\pi(x, y)$ le nom de fonctions *indéfiniment symétriques*, car, pour de telles fonctions, les suivantes

$$\pi\{x, \pi[y, \pi(z, t)]\}, \qquad \pi\{x, \pi\{y, \pi[z, \pi(t, u)]\}\}, \qquad \ldots,$$

sont aussi symétriques par rapport aux variables qu'elles contiennent.

transmutations que je nomme *additives* et elles sont déterminées par la proposition suivante :

» *$\mathcal{S}$ désignant le symbole opératif d'une transmutation additive, uniforme et continue, à n variables, on a, quelle que soit la fonction régulière u,*

$$\mathcal{S}u = a_{0,0,\ldots,0}u + \sum a_{k_1,k_2,\ldots,k_n} \frac{\partial^{k_1+k_2+\ldots+k_n} u}{\partial x_1^{k_1}\, \partial x_2^{k_2} \ldots \partial x_n^{k_n}};$$

les coefficients $a_{k_1,k_2,\ldots,k_n}$, de la série du second membre, étant des fonctions données des variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$.

» En appliquant cette proposition aux opérations connues, on arrive à des formules très intéressantes. Pour ne citer qu'un exemple, je donnerai la suivante :

$$D_x^\alpha u = \frac{1}{\Gamma(1-\alpha)} x^{-\alpha} u + \sum_{m=1}^{\infty} \frac{(\alpha - m + 1)(\alpha - m + 2)\ldots(\alpha - 1)\alpha}{\Gamma(m + 1 - \alpha)} \frac{x^{m-\alpha}}{m!} \frac{d^m u}{dx^m},$$

qui donne la dérivée $D_x^\alpha u$, d'une fonction u de la variable x, d'indice α *fractionnaire ou négatif.*

» 2. Toute transmutation additive, uniforme, à *une seule* variable x, étant définie par une relation de la forme

$$\mathfrak{T}u = a_0 u + a_1 \frac{du}{dx} + a_2 \frac{d^2u}{dx^2} + \ldots + a_m \frac{d^m u}{dx^m} + \ldots,$$

on peut l'écrire, symboliquement,

$$\mathfrak{T}u = f\left(x, \frac{d}{dx}\right) u,$$

en posant

$$f(x, z) = a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + \ldots + a_m z^m + \ldots.$$

» La fonction $f(x, z)$ caractérise l'opération $\mathfrak{T}$; je l'appelle *la fonction opérative* de la transmutation.

» *Lorsque la série $f\left(x, \frac{d}{dx}\right) u$ est convergente, pour toute fonction u régulière dans un certain domaine autour du point x, la fonction opérative $f(x, z)$ est, pour cette valeur de x, une fonction entière du genre* 1 *ou* 0.

» Ce symbole opératif jouit évidemment de propriétés analogues à celles des symboles opératifs finis qui proviennent des premiers membres d'équations différentielles linéaires. Je signale, entre autres, la formule suivante

$$[f\varphi] = \varphi f + \frac{\partial \varphi}{\partial x}\frac{\partial f}{\partial z} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2}\frac{\partial^2 f}{\partial z^2} + \ldots + \frac{\partial^n \varphi}{\partial x^n}\frac{\partial^n f}{\partial z^n} + \ldots,$$

où $[f\varphi]$ désigne le *produit symbolique* des deux transmutations f et φ, en commençant par φ.

» Les propriétés générales de cette fonction opérative peuvent être utiles, même dans la théorie des équations différentielles linéaires. Entre autres applications, je signalerai la proposition suivante :

» *Lorsque dans une équation différentielle linéaire*

$$a_m \frac{d^m y}{dx^m} + a_{m-1} \frac{d^{m-1} y}{dx^{m-1}} + \ldots + a_0 y = v(x),$$

le polynome opératif $a_m z^m + a_{m-1} z^{m-1} + \ldots + a_0$ *est un polynome entier en* $z - kx$, *à coefficients constants* (k *étant une constante*), *cette équation se ramène à une équation à coefficients constants par le changement de fonction*

$$y = e^{k\frac{x^2}{2}} u \text{ (}^1\text{)}.$$

» 3. Soit $f(x, z)$ la fonction opérative d'une transmutation additive, uniforme, à une variable x, trouver la transmutation *inverse* revient, étant donnée une fonction arbitraire $v(x)$, à trouver une fonction u telle que l'on ait

$$f\left(x, \frac{d}{dx}\right) u = v(x). \tag{2}$$

Le premier membre de cette égalité est linéaire par rapport à u et à ses dérivées et, comme il contient, dans le cas général, des dérivées de tous ordres, on a là ce qu'on peut appeler une équation différentielle linéaire *d'ordre infini*. On peut classer ces équations en trois catégories, suivant que l'intégrale générale ne contient *aucune* constante arbitraire, un nombre *fini* ou un nombre *infini* de constantes arbitraires. Dans le cas des coefficients constants, le classement résulte de la proposition suivante :

» *Le nombre des constantes arbitraires que contient l'intégrale générale de l'équation linéaire à coefficients constants* $f\left(\frac{d}{dx}\right) u = v$ *est égal au nombre des racines de l'équation* $f(z) = 0$.

» J'ai pu étendre, *partiellement*, cette proposition aux équations linéaires d'ordre infini à coefficients quelconques : *Étant donnée l'équation différen-*

([1]) Cette équation rentre dans le type général des équations décomposables en facteurs primaires commutatifs, signalé par M. Floquet. Ce qui fait l'intérêt spécial de celle-ci, c'est qu'on reconnaît *à première vue* qu'elle est intégrable par un procédé élémentaire, ce qui n'a pas lieu dans le cas général.

tielle linéaire, d'ordre infini,

$$f\left(x, \frac{d}{dx}\right) u = \varphi(x): \tag{2}$$

» 1° *Si la fonction opérative $f(x, z)$ ne s'annule, quel que soit x, pour aucune valeur de z, son intégrale générale est de la forme $u = av[h(x)]$, a* et *$h(x)$ étant deux fonctions déterminées de x;*

» 2° *Si la fonction opérative $f(x, z)$ a, quel que soit x, un nombre fini de zéros, si l'on désigne par $P(x, z)$ un polynome entier en z admettant les mêmes zéros, l'équation différentielle (2) admet les mêmes intégrales que l'équation*

$$P\left[h(x), \frac{d}{dx}\right] u = \varphi[h(x)],$$

$h(x)$ étant une fonction bien déterminée de x. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une série de groupes primitifs holoédriquement isomorphes à des groupes plusieurs fois transitifs.* Note de M. **Ed. Maillet**, présentée par M. Jordan.

« Soit C un groupe de substitutions de degré n, k fois transitif; C opère [1] entre les C_n^α combinaisons des n lettres α à $\alpha\left(1 < \alpha < \frac{n}{2}\right)$ un groupe Γ_α de substitutions; ce groupe est transitif si $k \geqq \alpha$.

» Nous avons obtenu au sujet de ces groupes Γ_α les résultats suivants :

» I. — Γ_α est primitif : 1° quand $k > \alpha + 1$; 2° quand $k = \alpha + 1$ et que l'on a à la fois $n - \alpha$ premier à $(\alpha - 1)!$ et $\not\equiv 0 \pmod{\alpha}$.

» On peut faire application de ce théorème ou des raisonnements qui y conduisent :

» 1° Au cas où C est symétrique ou alterné; on retrouve les isomorphes holoédriques et primitifs de C appartenant à la deuxième catégorie [2];

» 2° Au cas où C est un des groupes cinq fois transitifs de Mathieu, de degré 12 ou 24;

» 3° Au cas où C est un groupe linéaire fractionnaire.

» Soit C un groupe linéaire fractionnaire d'ordre Θ trois fois transitif

---

[1] Voir *Bull. Soc. math.*, 1896, notre *Note sur les groupes de substitutions.*

[2] *Journ. de Math.*, p. 16; 1895.

dérivé des substitutions

$$V = \left| z, \frac{az+\alpha}{bz+\beta} \right| \quad (\text{mod}\, p),$$

où p est premier, et où a, α, b, β, z sont des entiers complexes formés avec une racine ξ d'une congruence irréductible de degré 1, c'est-à-dire de la forme

$$d_1 \xi^{m-1} + d_2 \xi^{m-2} + \ldots + d_m \quad (\text{mod}\, p),$$

où $d_1, d_2, \ldots, d_m$ sont entiers (mod p). Le groupe Γ_2 des substitutions opérées par C entre les combinaisons deux à deux de ses $p^m + 1$ lettres est un groupe primitif d'ordre Θ, de degré $\frac{p^m+1}{2} p^m$ (quand $p^m > 5$) et de classe $\frac{(p^m-1)(p^m+1)}{2}$ si p impair, et 2^{2m-1} si $p = 2$.

» De même, au sous-groupe C′ des substitutions paires de C (p impair) correspond dans Γ_2 un sous-groupe Γ'_2 d'ordre moitié moindre, de même degré et de même classe et primitif si $p^m > 11$.

» 4° Aux groupes C_1, dérivé des groupes linéaires fractionnaires C ci-dessus et des puissances de

$$W = | z, z^{p^\sigma} | (\text{mod}\, p),$$

où σ est un diviseur arbitrairement choisi de m ($m > \sigma \geq 1$).

» Le groupe Γ_2, correspondant à C_1, est primitif quand $p^m > 5$, de degré $\frac{p^m+1}{2} p^m$ et de classe $\frac{(p^m-1)(p^m+1)}{2}$ si p et $\frac{m}{\sigma}$ impairs, 2^{2m-1} si $p = 2$ et $\frac{m}{\sigma}$ impair, $\frac{(p^m-1)p^m}{2}$ si $\frac{m}{\sigma}$ pair.

» De même, au sous-groupe C'_1 des substitutions paires de C_1 (p impair) correspond dans Γ_2 un sous-groupe Γ'_2 d'ordre moitié moindre, primitif si $p^m > 11$, de degré $\frac{(p^m+1)p^m}{2}$, de classe $\frac{(p^m-1)(p^m+1)}{2}$, sauf quand $\frac{m}{\sigma} \equiv 0$ (mod 4), ou $\frac{m}{\sigma}$ pair avec $p = 4l+1$, cas où la classe est $\frac{(p^m-1)p^m}{2}$.

» II. La classe d'une substitution de Γ_α correspondant à une substitution d'ordre premier r à q cycles de C est $C_n^\alpha - \nu_{r,q}$, où

$$\nu_{r,q} = \sum k \, C_q^k \, C_{n-qr}^{\alpha-kr},$$

k prenant toutes les valeurs entières satisfaisant à

$$0 \leq k \leq q, \qquad k \leq E\left(\frac{\alpha}{r}\right), \qquad n - qr \geq \alpha - kr.$$

» III. Si C est de classe $\geqq u$, la classe ω de Γ_α est telle que

$$\omega \geqq C_n^\alpha - C_{n-2w}^\alpha - C_w^1 C_{n-2w}^{\alpha-2} - C_w^2 C_{n-2w}^{\alpha-4} - \ldots - C_w^{k_1} C_{n-2w}^{\alpha-2k_1},$$

où w est le plus petit des entiers au moins égaux à un des deux nombres $\frac{u}{3}$ et $E\left(\frac{n}{4}\right)$, et k_1 le plus petit des deux nombres w et $E\left(\frac{\alpha}{2}\right)$.

» Quand $\alpha = 2$, on a la limite plus approchée

$$\omega \geqq \frac{4\theta(n-\theta-1)}{2}, \qquad \text{où} \qquad \theta = E\left(\frac{u}{2}\right).$$

» IV. 1° Si $u > 2$ et $\alpha \geqq \frac{2n}{9}$, on a $\omega \geqq \frac{1}{2} C_n^\alpha$.

» 2° Si $\frac{2}{9} n \geqq \alpha \geqq 3$, on a : pour $u \geqq \frac{n}{4}$ et $n \geqq 22$, $\omega \geqq \frac{1}{2} C_n^\alpha$, si $\alpha \geqq 7$, et $\omega \geqq \frac{1}{4} C_n^\alpha$, si $\alpha \geqq 3$; pour $u \geqq \frac{n}{3}$, si $n \geqq 23$ avec $\alpha \geqq 4$, ou si $n \geqq 53$, avec $\alpha = 3$, $\omega \geqq \frac{1}{2} C_n^\alpha$.

» Que u soit $\geqq \frac{n}{4}$ ou $\geqq \frac{n}{3}$, on a ici $\frac{\omega}{C_n^\alpha} \geqq 1 - e^{-a\alpha}$, où a est une constante positive.

» 3° Si $\alpha = 2$, on a : pour $u \geqq \frac{n}{4}$ et $n \geqq 18$, $\omega \geqq \frac{1}{4} C_n^\alpha$; pour $u \geqq \frac{n}{3}$ et $n \geqq 51$, ou $u \geqq \frac{n}{2}$ et $n \geqq 3$, $\omega \geqq \frac{1}{2} C_n^\alpha$.

» V. Soit $u \geqq \frac{n}{l}$:

» 1° Si $u \geqq \frac{n}{2}$, $l = 2$, on a $\omega \geqq \frac{2}{3} C_n^\alpha$;

» 2° Si $u \geqq \frac{n}{3}$, $l = 3$, on a $\omega \geqq \frac{1}{2} C_n^\alpha$;

» 3° Si $u \geqq \frac{n}{4}$, $l = 4$, on a $\omega \geqq \frac{2}{5} C_n^2$ pour $\alpha = 2$, et $\omega \geqq \frac{1}{2} C_n^\alpha$ pour $\alpha \geqq 3$;

» 4° Si $\alpha < u$, $\frac{\omega}{C_n^\alpha} \geqq \frac{\alpha}{\alpha + l - 1} > \frac{1}{l}$, d'où $\frac{\omega}{C_n^\alpha} > \frac{u}{n}$. »

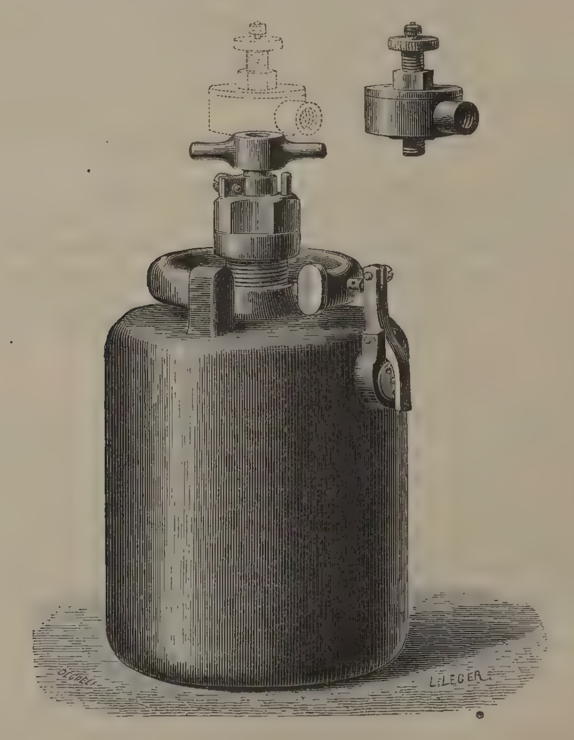
PHYSIQUE. — *Sur un récipient de sûreté, destiné à contenir les gaz liquéfiés.* Note de M. J. **Fournier**, présentée par M. G. Lippmann.

« On sait qu'un récipient contenant un gaz liquéfié est exposé à éclater par suite d'une augmentation de pression, provenant de diverses causes. La plus générale, et aussi la plus grave, est l'énorme dilatation que subit le liquide par l'élévation de la température.

» Le récipient de sûreté, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, a été combiné et construit de manière à prévenir tout danger d'explosion.

» Les organes distinctifs du nouveau récipient sont : 1° le robinet pointeau ; 2° le dispositif de sûreté.

» *Robinet pointeau.* — Le col du réservoir est percé d'une ouverture axiale formée de deux parties cylindriques, dont l'inférieure forme saillie à l'intérieur de la première. Dans cette ouverture s'engage, à frottement, une douille de même forme, dont la partie supérieure, terminée par un évasement conique, aboutit à quelques millimètres au-des-



sous de l'orifice du col. La partie inférieure de cette douille est percée, à son extrémité, d'une ouverture cylindrique que vient obturer un robinet pointeau, monté, par un filetage à pas très petits, sur la partie médiane de la douille. Ce robinet est percé, suivant son axe, d'un canal débouchant latéralement à la partie inférieure de la douille, dans l'espace annulaire formé par la paroi de celle-ci et le pointeau.

» L'étanchéité absolue de la douille et du robinet est assurée par une rondelle de plomb ou d'étoupe, placée entre les évasements coniques, en regard, de la douille et d'une bague mobile concentrique à la tige du pointeau. Ce joint est serré, par l'in-

termédiaire de cette bague, au moyen d'un écrou se vissant sur la partie extérieure du col du récipient.

» Les pièces du robinet pointeau sont donc simplement pressées les unes contre les autres, tant par la pression du gaz qui coopère à l'obturation que par l'écrou. Dans ces conditions, il n'est guère possible de développer, par leur manœuvre, un dégagement dangereux de chaleur sur celles qui sont en contact immédiat avec le gaz. D'ailleurs, avec ce système de joint, l'effort à faire sur l'écrou, pour obtenir une étanchéité parfaite, est si faible, qu'il suffit de serrer cet écrou à la main sans le secours d'aucune clef.

» En outre, étant donné le filetage du pointeau, il n'y a pas à craindre un dégagement trop brusque du gaz; ce dégagement peut du reste être exactement limité par un arrêt placé sur l'écrou.

» *Dispositif de sûreté.* — Ce dispositif consiste en un tube d'acier recourbé, analogue aux tubes des manomètres métalliques et dont une des extrémités, ouverte et soudée sur le fond supérieur du récipient, le fait communiquer avec l'intérieur de ce dernier.

» L'autre extrémité, fermée et libre, peut ainsi obéir aux variations de pression qui se produisent à l'intérieur du réservoir. Sous l'influence d'une augmentation déterminée de la pression, cette extrémité agit sur une vis fixée à la partie supérieure de l'un des bras d'un levier, mobile autour d'un axe perpendiculaire aux génératrices du réservoir et dont l'autre bras vient faire ouvrir une soupape, entièrement métallique, fixée sur la paroi du récipient.

» Au moyen de la vis que porte le bras supérieur du levier, on peut régler, une fois pour toutes, le jeu de la soupape et, en la faisant ouvrir pour telle pression que l'on voudra, compatible avec la résistance du réservoir et avec la pression du liquide qu'il contient, éviter tout accident dû à la pression. Mais là ne se borne pas le rôle de la soupape, car elle sert en outre à éviter, par une manœuvre très simple, d'autres causes de dangers. Par exemple, il suffit de la tenir ouverte avec le doigt pendant l'opération du remplissage, pour que l'air soit complètement expulsé de l'appareil avant que la pression y atteigne une valeur notable.

» Dans le cas où l'on ne demande à l'appareil qu'un débit inférieur, dans la plupart des cas, à trente litres à l'heure, il fournit un dégagement régulier; mais, pour un débit supérieur, il est nécessaire de le munir d'un régulateur si l'on veut un dégagement constant.

» La figure ci-contre représente ce petit appareil fixé sur l'ouverture supérieure du pointeau avec son orifice de dégagement en avant du plan du papier [1]. »

---

[1] Laboratoire de Recherches physiques, à la Sorbonne.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Appareil enregistreur de la vitesse dans les mouvements pendulaires.* Note de MM. **Jean** et **Louis Lecarme**, présentée par M. d'Arsonval.

« Dans notre Communication du 6 juillet 1896, nous avons fait connaître un procédé d'inscription directe du mouvement résultant de la combinaison d'un certain nombre de pendules. Nous avons cherché à inscrire la vitesse sur la courbe elle-même à l'aide d'un appareil unique; nous nous sommes arrêtés au dispositif suivant :

» Un fléau équilibré par un contrepoids porte à son extrémité une pointe fixe en acier et un style très fin, auquel un électro-aimant horizontal à deux pôles fortement épanouis donne un mouvement vibratoire plus ou moins rapide et d'assez grande amplitude, grâce à l'interruption automatique du circuit. On obtient les variations de vitesses par le déplacement d'un contrepoids qui modifie le rayon d'inertie du système : on achève le réglage en changeant la durée du contact au moyen d'une vis. Dans les conditions normales, le nombre des vibrations à la seconde peut varier de 50 à 500 : on peut le déterminer par la méthode graphique, ou encore par la hauteur du son rendu.

» Quand l'appareil est en marche, la rapidité des chocs de la pointe sur le verre maintient la vis extrême à une petite distance au-dessus de la plaque : on obtient ainsi un tracé en pointillé : il n'est régulier que si le poids du système sur la pointe, réduit à quelques décigrammes, reste constant. A cet effet, tout l'appareil est suspendu à un balancier en équilibre indifférent autour d'un axe fixé au plateau inférieur du pendule, de façon que le fléau reste horizontal et que la pointe du style soit dans le prolongement de la tige du pendule.

» En mesurant, sur la courbe en pointillé, tracée sur verre ou mieux sur acier poli légèrement enfumés, les distances des points, on obtient une série de nombres proportionnels à la vitesse à chaque instant : ces résultats et la forme de la courbe permettent de faire l'étude plus complète des mouvements pendulaires. »

PHYSIOLOGIE. — *Changements de couleur des lumières brèves, suivant leur durée.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. d'Arsonval.

« En décrivant, dans ma Note du 8 février dernier, la succession des couleurs irradiées sur la rétine autour de l'image d'une flamme, j'ai dit que

le phénomène se compliquait par les changements de couleur du fond sur lequel se détache l'objet.

» Quelque parfaite, en effet, que soit l'image optique de la flamme, et si obscur qu'on rende le fond, celui-ci présente toujours un peu de lumière diffuse, très variable suivant les yeux, dépendant de leur adaptation optique et augmentant avec l'éclairement. Or, il est facile de s'assurer que, pour de courtes durées d'excitation, la coloration d'une lumière complexe varie, les différentes couleurs arrivant à la perception à des moments différents.

» Toutes choses égales d'ailleurs, les couleurs les moins réfrangibles sont les premières perçues. Cette loi résulte de mes études précédentes, citées dans ma dernière Note.

» Pour de courtes durées, les rayons rouges, nés les premiers, prédomineront donc dans la sensation, et les rayons plus réfrangibles ne se montreront qu'après. (Il ne s'agit, pour le moment, que des lumières complètes, se rapprochant de la composition de la lumière blanche.)

» La flamme éclairante, prise comme exemple dans ma dernière Note, paraîtra donc d'abord rougeâtre et tirera seulement plus tard (je veux dire pour des durées plus grandes) sur le jaune, le vert, etc.

» Ces changements de couleur se montreront surtout au voisinage des plus faibles durées perceptibles. Pour celles-ci je ne puis citer de chiffres, leur valeur variant dans de très larges limites avec l'intensité de la lumière et avec sa grandeur rétinienne. Elles sont généralement d'un ordre inférieur au centième de seconde.

» Il est remarquable que la loi de ces phénomènes soit précisément inverse de celle de Purkinje, relative à l'influence de l'intensité lumineuse sur la coloration. Quand l'intensité diminue, les couleurs les plus réfrangibles prédominent, suivant la loi de Purkinje; au contraire, quand la durée d'excitation diminue, et bien que l'intensité apparente soit affaiblie par cela même, ce sont les couleurs les moins réfrangibles qui prévaudront, d'après la loi actuelle.

» Les deux influences peuvent se contrebalancer dans une certaine mesure; mais il est facile de prévoir qu'au voisinage des plus faibles durées perceptibles le facteur temps restera seul en jeu. La lumière blanche est, en effet, franchement rougeâtre dans ces conditions (excitations isolées, de l'ordre des dix-millièmes de seconde, lumière des nuées affaiblie au besoin par de très petits diaphragmes en trou d'épingle); non pas rouge saturé, à cause de l'action simultanée sur la sensibilité lumineuse brute, qui donne un mélange de blanc ou de gris, mais dépourvue de ces tons pourpres ou

violacés constatés dans d'autres circonstances ([1]), et que j'ai attribués à la perception entoptique du pourpre rétinien.

» Si l'on pouvait présenter à l'œil un champ lumineux uniforme dont les différentes parties excitent la rétine pendant des durées différentes, la variété des couleurs produites donnerait une démonstration frappante de ces phénomènes. Cette expérience, quoique possible, est difficile à réaliser dans de bonnes conditions, mais on peut arriver plus aisément à la même démonstration en se basant sur un autre principe du même ordre.

» On sait depuis Exner qu'une lumière est d'autant plus tôt perçue qu'elle est plus intense. En présentant à l'œil, pendant un temps très court, un champ lumineux d'intensité variable dans ses diverses parties, la durée d'action *efficace* de chaque partie du champ ne sera donc pas la même; à des intensités faibles correspondront des durées efficaces faibles. On devra donc voir le champ avec des colorations variées comme si chaque partie eût agi pendant des temps différents.

» Cette prévision s'est trouvée réalisée. Si en avant et à peu de distance d'une flamme de bougie ou de lampe on dispose verticalement une large plaque de verre dépoli, cette plaque offrira des zones concentriques d'intensité lumineuse décroissante à partir d'une région centrale plus éclairée correspondant aux points les plus rapprochés de la flamme. Or si l'on déplace rapidement devant l'œil un écran ou un disque rotatif à fente étroite, ces zones concentriques se montrent colorées à la façon de l'arc-en-ciel (avec des nuances moins saturées, pour la raison déjà énoncée). Les tons rouges occuperont la périphérie, puisque là les intensités lumineuses sont moindres, et moindres aussi les intensités efficaces. Les zones annulaires suivantes passeront successivement et insensiblement au jaune, au vert, etc. en se rapprochant du centre, suivant, je le rappelle, l'ordre de réfrangibilité.

» Quant à l'étendue totale du cercle irisé et à la largeur de chacune de ses zones colorées, elles varient évidemment en premier lieu avec la durée du passage de la fente, en second lieu avec l'intensité lumineuse de chaque partie éclairée; ces deux facteurs, que je ne puis qu'énumérer ici, agissent dans le même sens, ainsi qu'il a été indiqué précédemment; la grandeur de l'image rétinienne a une influence de même ordre.

([1]) Des excitations brèves de l'ordre des centièmes de seconde avec la lumière du jour paraissent souvent pourpre violet. C'est un autre phénomène, correspondant à des durées bien plus longues que celles dont il est question.

» On s'explique ainsi que, dans notre expérience d'irradiation rappelée au début, la lumière irradiée, d'abord bien limitée pour des durées d'excitation faibles, finit par se confondre avec la lumière du fond ; car celle-ci, au moment où elle devient visible, est d'abord rougeâtre comme le bord de la zone irradiée. Il est pourtant facile de reconnaître qu'il y a là deux phénomènes distincts, et que la lumière irradiée est réellement *émise* par l'objet lumineux : la netteté primitive de ses bords, sa parfaite ressemblance d'aspect avec les traînées obliques se détachant des objets lumineux en mouvement, sa persistance malgré diverses modifications qu'on peut introduire dans le fond, tout montre leur indépendance d'origine.

» (La coloration des différentes parties de la flamme elle-même varie de son côté suivant les mêmes règles.) »

PHYSIQUE. — *Sur l'influence des rayons Röntgen sur la distance explosive de l'étincelle électrique.* Note de M. **Guggenheimer**, présentée par M. Lippmann.

« Au cours de ses recherches sur la propagation de la force électrique, Hertz avait observé le premier [1] que, si l'on fait jaillir une étincelle entre les deux sphères d'un micromètre, la distance explosive pour la même différence de potentiel est plus grande si le micromètre est sous l'influence d'une source de lumière émettant des radiations ultra-violettes, que s'il se trouvait à l'obscurité.

» Il observait surtout que cet agrandissement de la distance explosive était très considérable si la lumière était fournie par une autre étincelle de décharge, que l'effet diminuait avec la distance, et que cet effet était dû à des radiations d'une longueur d'onde plus petite que les dernières parties du spectre ultra-violet prismatique.

» Je me permets d'émettre l'opinion que c'étaient probablement les « Entladungsstrahlen » de M. Eilhard Wiedemann qui produisaient les effets signalés par M. Hertz. J'ai pensé qu'il pourrait y avoir quelque intérêt, au point de vue de la théorie des rayons Röntgen, à obtenir avec les radiations X les mêmes effets qu'avec les radiations ultra-violettes. Au moment où je commençais ces expériences, je n'avais pas encore connaissance des tra-

---

[1] Hertz, *Œuvres*, t. II, p. 69. *Wied. Ann.*, t. XXXI, p. 983.

vaux de M. Swyngedauw [1] dont je suis arrivé à confirmer et à préciser quelque peu les résultats.

» J'ai fait éclater des étincelles entre les deux sphères d'un micromètre, de 4^{mm} de diamètre environ ; je réglais la petite bobine Ruhmkorff qui les fournissait, de sorte que la distance explosive maxima fût de 2^{mm} environ (sans l'action des rayons X). En faisant jaillir les étincelles à différentes distances devant le tube de Crookes en action, j'ai observé une augmentation de la distance explosive.

» J'ai soigneusement vérifié que c'étaient bien les rayons Röntgen qui en étaient la cause.

» J'ai pu établir que :

» 1° *A distance égale et à différence de potentiel égale, l'augmentation de la distance d'explosion de l'étincelle passive dépend de l'intensité des rayons* X *rencontrant le micromètre ;*

» 2° *A différence de potentiel égale (du micromètre) et à intensité égale des rayons* X, *l'augmentation de la distance d'explosion de l'étincelle passive dépend de la distance du micromètre à la paroi émissive du tube ;*

» 3° L'interposition d'un écran fluorescent de platinocyanure de baryum, d'une lame de verre ou de quartz, n'ont pas changé sensiblement l'effet des radiations.

» Quant à l'explication de ces phénomènes, je crois que l'on peut admettre qu'ils sont causés par des variations dans la constitution du diélectrique qui forme le milieu ambiant du micromètre. Je cite, à l'appui de cette opinion, que Hertz a prouvé [2] que la sensibilité de l'étincelle passive dépend en grande partie de la constante diélectrique du milieu où jaillit l'étincelle [3]. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les faux équilibres de l'hydrogène sélénié.* Note de M. **H. Pélabon**, présentée par M. Troost.

« La formation directe et la décomposition de l'acide sélénhydrique sous l'action de la chaleur sont des phénomènes limités. M. Ditte a mon-

---

(1) Swyngedauw, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 374.

(2) Hertz, *Œuvres*, p. 78 et suivantes.

(3) Travail fait au Laboratoire de recherches physiques de la Sorbonne.

tré [1], en particulier, que cette limite est fonction de la température, et qu'au-dessus de 300° elle est la même, quelle que soit la composition initiale du système (hydrogène-sélénium-hydrogène sélénié).

» En étudiant la formation directe de l'hydrogène sélénié, dans le cas où la masse de sélénium employée est très faible [2], nous avons pu montrer que la courbe AB, donnant pour chaque température la valeur limite du rapport $\frac{p_2}{p_1+p_2}$ de la pression partielle p_2 de l'hydrogène sélénié à la pression totale p_1+p_2 du mélange gazeux dans le système considéré, coïncide dans les limites des expériences (320° et 720°), avec celle que l'on peut construire en calculant, au moyen de l'équation (1)

$$(1) \qquad \log\frac{p_1}{p_2} = \frac{13170}{T} + 15,53\log T - 119,88,$$

les valeurs du rapport $\frac{p_2}{p_1+p_2}$ pour chaque valeur de T (T est la température absolue, log signifie logarithme népérien).

» Cette dernière courbe CD est appelée par M. Duhem [3] *courbe des équilibres véritables*. En étudiant la décomposition de l'hydrogène sélénié aux températures supérieures à 320°, nous avons retrouvé les points de la courbe AB.

» Qu'arrive-t-il aux températures inférieures à 320° ? M. Ditte a bien montré que l'on n'obtient plus la même limite, selon que l'on part de l'hydrogène sélénié ou de l'hydrogène et du sélénium; mais il ajoute : « Au-dessous de 270°, la combinaison et la décomposition sont tellement » lentes l'une et l'autre, et surtout la combinaison, que l'on ne peut pas » regarder comme définitivement fixées les quantités décomposées à ces » températures. »

» Nous nous sommes proposé d'étudier, *avec des temps de chauffe considérables,* simultanément la formation et la décomposition de l'hydrogène sélénié aux températures inférieures à 320°.

» Les résultats de l'étude de la décomposition nous ont permis de construire la courbe ff'A. Elle présente une partie presque rectiligne, puis tourne brusquement sa convexité vers l'axe OT, enfin se rapproche de la courbe des équilibres véritables.

---

(1) Ditte, *Annales de l'École normale supérieure,* 2e série, t. I.

(2) Pélabon, *Comptes rendus,* t. CXXI, p. 401.

(3) Duhem, *Traité élémentaire de Mécanique chimique,* t. I, p. 226.

» L'ordonnée minima de cette courbe correspond à la température de 270°. Dans les quatre expériences qui ont permis de fixer la valeur de cette ordonnée minima, les temps de chauffe ont été :

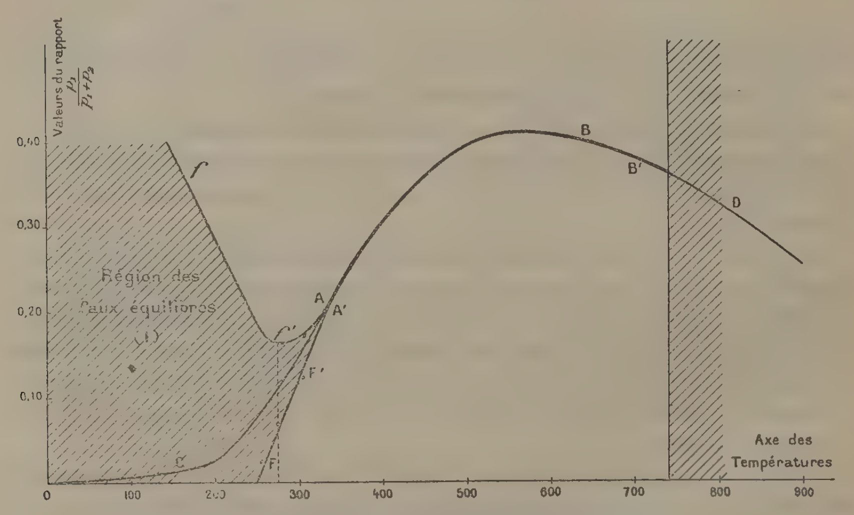
192 heures, 288 heures, 480 heures, 490 heures ;

on a trouvé respectivement les nombres

0,171, 0,165, 0,1605, 0,163

pour valeurs du rapport $\frac{p_2}{p_1 + p_2}$. On peut prendre 0,161, par exemple.

» Quant aux résultats des expériences relatives à la formation directe de l'acide sélénhydrique, ils permettent de construire la courbe FF', qui se raccorde vers 320° avec la courbe des équilibres véritables.



» La température la plus basse à laquelle nous ayons pu observer la formation directe de l'hydrogène sélénié est la température de 250°. En chauffant un tube pendant un mois à cette température, nous avons obtenu, pour valeur du rapport considéré plus haut, le nombre 0,025.

» La région (1), limitée par les deux courbes ff' et FF', a été appelée par M. Duhem *région des faux équilibres*.

» On voit à l'inspection de la figure :

» 1° *Que les deux courbes qui limitent la région des faux équilibres s'éloignent d'autant plus l'une de l'autre que la température est plus basse ;*

» 2° *Qu'elles s'éloignent d'autant plus de la courbe des équilibres véritables que la température est plus basse.*

» L'hypothèse fondamentale que M. Duhem fait à propos de l'étude des faux équilibres chimiques se trouve ainsi en partie justifiée par l'expérience. Cette hypothèse est la suivante : *Soit sous pression constante, soit sous volume constant, les deux lignes qui limitent la région des faux équilibres sont, à basse température, extrêmement éloignées de la ligne des équilibres véritables; lorsque la température s'élève, elles se rapprochent de cette dernière ligne, et tendent asymptotiquement vers elle quand la température croît au delà de toute limite* (1).

» La dernière partie de cette hypothèse est d'accord avec les résultats des expériences suivantes qui montrent bien que jusque vers 320° les deux courbes qui limitent la région des faux équilibres se rapprochent constamment, en laissant toujours entre elles la courbe des équilibres véritables.

Températures.	Temps de chauffe en heures.	Valeurs du rapport $\frac{p_1}{p_1+p_2}$.		
		Combinaison.	Décomposition.	Courbe CD.
300°	212	0,124	0,172	0,15
300	322	0,127	0,170	»
315	196	0,164	0,185	0,174
315	320	0,1625	0,1801	»
325	175	0,187	0,193	0,192
325	213	0,1882	0,192	»

» A partir de 325°, on obtient la même limite, soit par combinaison directe, soit par décomposition (2). »

CHIMIE. — *Action de l'oxyde cuivreux sur les solutions d'azotate d'argent.* Note de M. PAUL SABATIER.

« Quand on met de l'oxyde cuivreux dans une solution d'azotate d'argent, la liqueur ne tarde pas à se colorer en bleu, tandis que l'oxyde rouge est remplacé par une matière grise assez volumineuse. H. Rose avait, il y a quarante ans, fait cette observation, mais n'avait pas analysé

(1) DUHEM, *Traité élémentaire de Mécanique chimique*, t. I, p. 227.

(2) Travail fait à l'Institut de Chimie de Lille, laboratoire de Chimie générale.

ce produit que, par analogie, à la suite de quelques réactions, il estimait être un mélange d'argent métallique et d'un azotate basique cuivrique [1].

» Dans le cours des recherches que je poursuis sur les déplacements des bases métalliques dans les solutions salines, j'ai été amené à reprendre l'étude de cette réaction.

» De l'oxyde cuivreux pur (en octaèdres rouges microscopiques) a été placé dans une solution d'azotate d'argent ($AgAzO^3 = 2^{lit}$) : l'action est rapide. Après quelques heures d'agitation, il ne reste plus d'argent dans la liqueur. Celle-ci, qui ne contient que du nitrate cuivrique, est remplacée par une nouvelle solution d'azotate d'argent, qui agit sur l'oxyde cuivreux encore inattaqué. Ce renouvellement de la liqueur surnageante est réitéré plusieurs fois, jusqu'à ce que la solution ne renferme plus de cuivre, et de bleuisse plus sensiblement au contact d'ammoniaque en excès. A ce moment la matière solide est lavée par décantation à l'eau froide, jetée sur un filtre, et séchée à l'air.

» Cette matière se présente sous forme d'une poudre grise, un peu verdâtre, dont la densité apparente est voisine de 1,25. Le microscope y distingue un grand nombre de filaments métalliques très ténus et enchevêtrés, au milieu desquels sont emprisonnés quelques octaèdres d'argent, et des débris cristallins paraissant incolores. Cette production d'argent filiforme peut être observée aisément en disposant, sur le porte-objet du microscope, un peu d'oxyde cuivreux que l'on mouille avec une solution concentrée d'azotate d'argent : des filaments s'élancent vivement dans tous les sens de chaque cristal rouge d'oxyde (*voir* Gladstone, *Chem. News*, t. XXV, p. 193).

» La matière grise est insoluble dans l'eau froide; mais elle cède à l'eau bouillante du nitrate cuivrique, sans nitrite. Elle se dissout aisément dans l'acide nitrique. L'acide sulfurique concentré l'attaque violemment en donnant une coloration bleue intense, qui m'a conduit à isoler l'acide nitrosodisulfonique (*Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1417, 1479; 1896). L'acide sulfurique dilué dissout tout le cuivre et une certaine dose d'argent; il reste un résidu d'argent métallique. L'acide acétique se comporte d'une manière analogue, mais la proportion d'argent dissous est minime. Avec l'acide chlorhydrique, on obtient du chlorure cuivreux et du chlorure d'argent violacé.

» Ces réactions conduiraient d'abord à penser que l'argent se trouve, au moins en partie, engagé dans une combinaison. Un examen plus approfondi montre qu'il n'en est rien : conformément à l'assertion de Rose, on a un simple mélange d'argent et d'un nitrate basique cuivrique. J'ai trouvé que la composition du mélange correspond exactement à la formule

$$6Ag + 3CuO, Cu(AzO^3)^2, 3H^2O.$$

La réaction de l'oxyde cuivreux sur la solution d'azotate d'argent est donc

---

[1] *Ann. de Poggendorf*, t. CI, p. 321.

représentée par la formule

$$6\,AgAzO^3 + 3\,Cu^2O = 6\,Ag + 2\,Cu(AzO^3)^2 + 3\,CuO, Cu(AzO^3), 3\,H^2O.$$

» Les $\frac{2}{3}$ de l'acide azotique demeurent dans la liqueur; $\frac{1}{3}$ se trouve dans le sel basique. L'analyse de la dissolution obtenue confirme cette déduction :

	Calculé.	Trouvé.
CuO dissous par litre	13gr,3	13gr,0

La présence d'argent métallique très divisé, en mélange intime avec le nitrate basique de cuivre, rend bien compte des réactions de la matière grise.

» Dans l'acide sulfurique concentré, la réduction exercée par l'argent sur les acides sulfurique et nitrique, en présence d'oxyde cuivrique, donne naissance au nitrosodisulfonate bleu foncé (1).

» L'acide sulfurique dilué, employé en excès, agit sur le nitrate basique et met en liberté l'acide nitrique qui dissout une partie de l'argent. L'acide acétique, qui est un acide beaucoup plus faible, se comporte de même façon, mais élimine bien moins d'acide azotique : la dose d'argent dissous est minime.

» Quant à l'acide chlorhydrique, il fournit, avec le sel basique, du chlorure cuivrique que l'argent divisé réduit promptement en chlorure cuivreux et chlorure d'argent.

» La réaction de l'oxyde cuivreux sur la solution d'azotate d'argent peut être réalisée plus vite à la température de l'ébullition ; le produit obtenu est très peu différent.

» Il est aisé de se rendre compte, à l'aide des données thermiques déjà acquises, que le phénomène est très exothermique. Si l'on néglige la production du sel basique, on trouve que la réaction

$$3\,Cu^2O + 6\,AgAzO^3 = 6\,Ag + 3\,CuO + 3\,Cu(AzO^3)^2$$

dégagerait, les sels étant dissous, $3 \times 29^{Cal},4$. Il faudrait, en réalité, augmenter cette valeur de la petite chaleur dégagée par la production du sel basique.

» C'est d'ailleurs la formation de ce dernier qui règle quantitativement la réaction, comme il a été dit plus haut : en effet, le nitrate basique

(1) Voir, à ce sujet, mes Notes aux *Comptes rendus,* t. CXXII, p. 1537, et t. CXXIII.

$3CuO, Cu(AzO^3)^2, 3H^2O$ est un corps très bien défini, insoluble et très stable, auquel on peut arriver par des voies fort variées. M. Athanasesco l'a obtenu cristallisé (*Bull. Soc. chim.*, t. XI, p. 1112; 1894). J'ai pu moi-même, par une méthode très simple, le préparer en cristaux bien définis et j'ai mesuré sa chaleur de formation, ainsi que je me propose de l'indiquer dans une prochaine Communication. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action des oxydes d'azote sur le chlorure et le bromure ferreux.* Note de M. V. **Thomas**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie [1], j'ai mentionné l'action que l'oxyde nitrique exerce sur le chlorure ferrique. J'ai montré que le chlorure ferrique était réduit et qu'on obtenait, après réduction, deux composés distincts de gaz nitrique et de chlorure ferreux [2].

» La réaction qui se produit entre le bromure ferrique et le bioxyde d'azote est tout à fait comparable. Le bromure ferrique est réduit avec dégagement de bromure de nitrosyle, et le bromure ferreux qui prend naissance est susceptible également d'absorber l'oxyde nitrique. Lorsque la réduction s'opère dans un tube de verre, et que, cette réduction terminée [3], on laisse refroidir le bromure ferreux dans le courant gazeux, celui-ci, tout en conservant son aspect, prend une coloration rougeâtre.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXI, p. 128.

[2] J'ai mentionné également (*Comptes rendus*, t. CXX, p. 447) une combinaison d'oxyde nitrique et de chlorure ferreux, obtenue en partant du chlorure ferrique en solution éthérée. L'analyse m'avait conduit à la formule $Fe^2Cl^4.2AzO$. L'azote était dosé en volume. On chauffait le composé au rouge et l'on faisait arriver les produits gazeux sur de la tournure de cuivre. Je n'avais pu alors retrouver trace d'azote dans les diverses décompositions par la voie humide. En réalité, cette substance retient très énergiquement ou renferme de la matière carbonée, comme je m'en suis assuré par de nombreuses combustions, ce qui donne naissance à des produits gazeux non absorbables par la tournure de cuivre, et que j'avais, par erreur, dosé comme azote. J'espère revenir bientôt sur l'histoire de ce composé, ainsi que sur celle du composé bromé correspondant.

[3] La réduction est plus facile qu'avec le chlorure, et, tandis que le chlorure ferrique ne donne naissance qu'à du chlorure ferreux (au-dessous de 500°), le bromure ferrique est, à la même température, plus ou moins complètement oxydé, et l'oxyde qu'on obtient ainsi, Fe^2O^3, est alors très bien cristallisé.

L'absorption est extrêmement faible. Le dosage d'azote a été fait en partant de quantités de matière variant entre 2gr et 3gr. Ces analyses conduisent à assigner à ce corps la même formule qu'au composé chloré, c'est-à-dire une molécule d'oxyde nitrique pour 5 (ou 6) Fe^2Br^4. Il est, en effet, difficile, pour une si faible teneur en bioxyde d'azote, de déterminer exactement la formule de la combinaison. Je pensais de prime abord que c'était sans doute un simple phénomène de dissolution. Il n'en est rien. Le composé paraît être bien défini ou résulter tout au moins d'une absorption gazeuse incomplète qui, si elle était totale, pourrait donner naissance à un nouveau corps plus riche en oxyde nitrique. En effet, ce composé nitrosé est inaltérable dans l'air sec, et le vide même, après un temps très long (huit jours), ne lui fait pas perdre trace de gaz.

» Comme je l'ai dit précédemment, le bromure ferreux absorbe l'oxyde nitrique sans modifier sa structure cristalline. Je pensais, en opérant en solution, arriver à déterminer si ce bromure nitrosé était ou n'était pas cristallisé. Mais si l'on dissout préalablement le bromure ferreux, et qu'on fasse ensuite réagir le bioxyde d'azote, les phénomènes ne sont plus les mêmes; en solution aqueuse, on obtient des liqueurs noires, comme avec tous les sels de protoxyde de fer; en solution éthérée, le bioxyde d'azote est tout d'abord absorbé; puis, par évaporation de la solution, on obtient une liqueur sirupeuse qui laisse déposer, en certaines circonstances, de petites aiguilles très nettes dont je poursuis l'étude et qui paraissent tout à fait différentes. Si, au contraire, on forme le composé nitrosé et qu'on cherche l'action des solvants les plus employés, on s'aperçoit qu'ils décomposent immédiatement le bromure nitrosé en bromure et bioxyde d'azote; les phénomènes qu'on observe résultent alors de l'action que peuvent exercer, l'un sur l'autre, le sel ferreux, l'oxyde nitrique et le solvant.

» Cependant, ces composés à faible teneur en oxyde d'azote se différencient nettement des sels ferreux purs. En particulier, ils ne peuvent, comme ces derniers, absorber le peroxyde d'azote AzO^2. En effet, chlorure et bromure ferreux ont la curieuse propriété d'absorber à froid les vapeurs nitreuses pour donner naissance à des composés bien définis appartenant à la classe des sels halogénés nitrés.

» L'expérience est facile à réaliser :

» Une quantité connue de sel halogéné (chlorure ou bromure) est placée dans une nacelle qu'on introduit dans un tube de verre parcouru par un courant de vapeurs nitreuses. Il faut que tout l'appareil soit bien exempt de vapeur d'eau. Dans ce cas, l'absorption, très rapide, est complète,

lorsque le contenu de la nacelle correspond à la formule $2Fe^2Cl^4, AzO^2$ ou $2Fe^2Br^4, AzO^2$. Si cependant il y avait dans l'appareil de petites quantités de vapeur d'eau, on trouverait une absorption plus grande. On pourrait alors constater qu'il se dégage, de l'appareil, des gaz renfermant ou du chlore ou du brome. La vapeur d'eau a eu pour rôle de dissoudre une petite quantité de sel ferreux; le peroxyde d'azote a donné naissance à de l'acide azotique au contact du sel ferreux dissous, et par cette solution il a été dissous en proportion notable. De là vient l'augmentation de poids observée. Mais, si l'on substitue au courant de protoxyde d'azote un courant de gaz inerte tel que l'acide carbonique, la solution perd son gaz et l'absorption paraît alors trop faible.

» Ces deux composés sont inaltérables à l'air sec; ils ne subissent aucune perte de poids dans le vide. Comme le chlorure de bismuth nitré, comme le chlorure ferrique nitré, ils sont, dans la plupart des réactions, susceptibles de se dédoubler en chlorure (ou bromure) et peroxyde d'azote. En particulier, l'eau donne naissance à des dissolutions rougeâtres, et, dans cette solution, les alcalis précipitent de l'oxyde noir de fer [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'aldéhyde salicylique.* Note de M. **Paul Rivals.**

« Dans une série de recherches sur les relations thermochimiques entre les aldéhydes, les alcools et les acides, nous avons établi, M. Berthelot et moi, les chaleurs de combustion et de formation de la saligénine et de l'aldéhyde salicylique. J'ai poursuivi l'étude des dérivés de ces deux corps.

» *Salicylure de potassium.* — Piria a décrit un sel de potassium

$$C^7H^6O^2, KOH$$

qui, d'après Etling, se déshydrate dans le vide à 120°. J'ai vérifié ce fait, contesté par Piria, et obtenu le salicylure de potassium $C^7H^5O^2K$. J'en ai déterminé la chaleur de formation

$$C^7H^6O^2 \text{ liq.} + KOH \text{ sol.} = C^7H^5O^2K.H^2O \text{ sol.} \dots\dots\dots \quad +18^{Cal},6$$
$$C^7H^6O^2 \text{ liq.} + KOH \text{ sol.} = C^7H^5O^2K \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} \dots \quad +21^{Cal},5$$

» C'est précisément la chaleur de formation du benzoate isomère. Elle

---

[1] Travail fait au laboratoire d'enseignement pratique de la Chimie appliquée.

est bien supérieure à la chaleur de formation des phénates proprement dits, et comparable à celle des dinitrophénates. On voit donc que la présence d'un groupement aldéhydique accroît notablement l'énergie de la fonction phénolique. On n'a pas étudié jusqu'ici, au point de vue thermique, la formation des sels des acides-aldéhydes ou des phénols-aldéhydes [1].

» *Parasalicyle.* — On sait que Perkin, par l'action du chlorure d'acétyle sur l'aldéhyde salicylique, a obtenu le parasalicyle identique à celui d'Etling et au benzo-salicyle de Cahours.

» Ce dernier a prétendu, au contraire, que l'action précédente donne naissance à de l'acéto-salicyle dont il donne l'analyse, mais non le point de fusion.

» D'après Perkin, l'acéto-salicyle se forme dans l'action du chlorure d'acétyle sur le salicylure de sodium; il fond à 37° et bout à 253°.

» J'ai obtenu le parasalicyle dans les conditions décrites par Perkin, et il m'a été impossible de reproduire la réaction de Cahours. J'ai seulement observé que, si l'on fait tomber peu à peu de l'aldéhyde salicylique dans du chlorure d'acétyle bouillant, on obtient un liquide épais, qui, distillé dans le vide, donne à la fois de l'acéto-salicyle et du parasalicyle. Le premier de ces corps est l'acéto-salicyle de Perkin; il fond à 35°, bout à 253°; son poids moléculaire, déterminé par cryoscopie dans l'acide acétique, est bien égal à 164. Maintenant reste à savoir si l'acéto-salicyle de Cahours n'est pas identique à celui de Perkin; la question me paraît insoluble, Cahours n'ayant pas donné le point de fusion du corps qu'il a obtenu.

» On pourrait concevoir en effet que, outre l'acéto-salicyle proprement dit (de Perkin), il existait un polymère; ce serait le diacétate du parasalicyle considéré comme un aldéhyde. J'ai vainement essayé d'obtenir ce corps par l'action de l'anhydride acétique sur le parasalicyle.

» Quant au parasalicyle, il est facile de l'obtenir pur. Son poids moléculaire, déterminé par cryoscopie dans l'acide acétique, correspond bien à la formule $C^{14}H^{10}O^{3}$.

» Sa chaleur de combustion moléculaire est égale à $1589^{Cal},7$ à volume constant; $1590^{Cal},3$ à pression constante. J'en déduis la chaleur de formation à partir des éléments du parasalicyle solide : $+74^{Cal},9$.

---

[1] J'ai également obtenu un saligénate de potassium $C^{7}H^{7}O^{2}K.3H^{2}O$ qui se déshydrate dans le vide à 120°, mais je n'ai pas fait encore l'étude thermochimique de ce composé.

» On aurait dès lors, pour la formation du parasalicyle à partir de l'aldéhyde,

$$2\,C^7H^6O^2 \text{ liquide} = C^{14}H^{10}O^3 \text{ solide} + H^2O \text{ solide} \ldots \quad +26^{Cal},2$$

» Or on sait que tous les anhydrides simples ou mixtes (éthers oxydes, éthers sels, anhydrides acides, ...) sont formés avec absorption de chaleur à partir des composants. Il ne me paraît donc pas possible d'admettre, avec Perkin, que le parasalicyle est un simple éther oxyde dérivé de la fonction phénolique CHO. C^6H^4. O. C^6H^4. CHO. D'ailleurs, le parasalicyle ne présente à aucun degré les caractères d'un aldéhyde.

» Il ne présente pas davantage les caractères d'un alcool; on ne peut donc attribuer le dégagement de chaleur anormal à une aldolisation du dialdéhyde obtenu.

» On pourrait modifier légèrement la formule de Perkin. On sait avec quelle facilité les dialdéhydes se transforment en produits asymétriques, en lactones. Le dégagement de chaleur qui accompagne cette transformation est de 25^{Cal} environ. Ceci résulte de nos recherches sur le phtalide et les lactones campholéniques. Si le parasalicyle est un éther oxyde, ce n'est pas un dialdéhyde, c'est un isomère asymétrique.

» Dans une prochaine Communication je me propose d'étudier deux dérivés chlorés de l'aldéhyde salicylique : l'aldéhyde monochloré, et la saligénine chlorée résultant de la fixation de l'hydrogène naissant sur l'aldéhyde chloré. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur une lipa e végétale extraite du* Penicillium glaucum. — Extrait d'une lettre de M. E. **Gérard** à M. Armand Gautier.

« ... En prenant connaissance des Notes que vous avez présentées à l'Académie des Sciences et de celles que M. Hanriot a données à la Société de Biologie, j'ai eu l'idée d'expérimenter l'action des ferments solubles du *Penicillium glaucum* sur la monobutyrine. Ces ferments avaient été préparés en 1893, au cours d'un travail paru cette même année dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie* [9], n° 5, p. 65, ayant pour titre : *Sur un ferment analogue à l'émulsine rencontré dans le* Penicillium.

» Voici mes expériences nouvelles :

» 1° Le 15 janvier, à 3^h soir, on met dans un ballon 100^{cc} d'eau distillée et 2^{gr} de monobutyrine (ce ballon sert de témoin).

» 2° Le même jour, on met dans un autre ballon 100^{cc} d'eau distillée, 2^{gr} de monobutyrine et $0^{gr},30$ du mélange des ferments solubles de *Penicillium* (extraits en janvier 1893).

» Le 16 janvier, on dose l'acidité à la fois dans le ballon témoin et dans le ballon renfermant le ferment soluble. L'acidité, dans le ballon témoin, est représentée par $0^{cc},4$ de solution décime de potasse pour 10^{cc} de liquide; cette acidité (due à une petite quantité d'acide butyrique libre renfermée dans la monobutyrine incomplètement purifiée) ne varie pas les jours suivants.

» Au contraire, le ballon avec ferment donne comme acidité, pour 10^{cc} de liquide, exprimée en solution déci-normale de soude :

			cc
Le 16 janvier,	*acidité*	....	1
Le 17	»	»	1,5
Le 18	»	»	2,1
Le 21	»	»	2,5

» En conséquence, les ferments extraits du *Penicillium glaucum* renferment la *lipase* de M. Hanriot ou un ferment très analogue.

» Le *Penicillium*, cultivé sur liquide Raulin additionné de monobutyrine, met aussitôt en liberté de l'acide butyrique libre, ce qui pouvait être prévu, étant donné les expériences précédentes.

» M. W. Sigmund (*Monat. f. Chem.*, t. XIII, p. 567) a publié une Note où il essaye de montrer que les ferments qui dédoublent les glucosides, comme l'émulsine, dédoublent également les corps gras. Comme les ferments du *Penicillium glaucum* renferment de l'émulsine, j'ai voulu voir si l'émulsine décomposait la monobutyrine; je n'ai pas obtenu de saponification appréciable.

» J'ai été averti que M. Camus vient aussi d'observer que le *Penicillium glaucum*, cultivé sur liquide Raulin, fabrique de la lipase. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Influence de la diète et de l'inanition sur les effets de certaines toxines microbiennes*. Note de MM. **J. Teissier** et **L. Guinard**, présentée par M. A. Chauveau.

« En poursuivant nos recherches sur les influences capables de modifier les effets de certaines toxines microbiennes, nous avons constaté que l'inanition et l'abstinence mettent les animaux dans des conditions de résistance plus grande à ces poisons.

» Procédant toujours par comparaison, sur des chiens alimentés et sur des chiens mis à la diète, nous avons vu que les effets de la pneumobacil-

line et de la toxine diphtérique sont notablement modifiés par la privation de nourrriture.

» Chez les animaux à jeun, les premières manifestations toxiques se montrent généralement beaucoup plus tard que chez les animaux témoins ; dans quelques expériences, ces manifestations ont même fait absolument défaut. Sur une série de vingt-deux chiens, quatre sujets inanitiés ont résisté complètement aux effets de la toxine diphtérique, tandis que tous les témoins ont été tués par ce poison. A partir du moment où les animaux à jeun et inanitiés commencent à présenter des troubles fonctionnels, ils meurent généralement assez vite et ne résistent pas longtemps aux effets de l'intoxication.

» Chose très particulière et assez fréquente, les lésions relevées à la nécropsie des animaux inanitiés et des témoins n'ont jamais la même gravité. Alors que, chez la généralité de ces derniers, les viscères digestifs, la muqueuse intestinale, le foie, la rate présentaient les altérations habituelles que produisent la pneumobacilline et la toxine diphtérique, chez les chiens inanitiés, l'entérite, l'entérorragie étaient peu graves et faisaient souvent défaut. Le foie, qu'il s'agisse d'injection par une veine périphérique ou par une veine mésentérique, était peu malade et n'offrait pas toujours les caractères du foie infectieux.

» Tout en tenant compte de la variation possible de l'activité des toxines employées, nous avons vu que ce sont généralement les animaux à la diète depuis plus longtemps et les plus inanitiés qui ont le mieux résisté aux effets des toxines et ont montré les plus grandes différences avec les animaux témoins.

» En effet, il nous a semblé que, pour que l'influence du jeûne se fasse réellement sentir, il importe que ce jeûne soit effectif, et nous entendons par là qu'il ait eu pour conséquence évidente de modifier la nutrition et l'état général du sujet. Il ne suffit pas qu'un animal ait été mis à la diète depuis cinq ou six jours; si son état d'embonpoint, si l'état de ses réserves nutritives lui ont permis de résister aux déchets et de maintenir, sur ses propres économies, le taux de sa nutrition, il peut se comporter à l'égard des toxines comme un animal témoin et en subir les effets avec autant d'intensité.

» Nous n'avons pas encore pu essayer d'autres toxines que celles de la diphtérie et du pneumobacille; cependant, sans rien préjuger sur des faits probables mais non prouvés, nous avons le sentiment que, vis-à-vis d'autres poisons microbiens, l'influence du jeûne peut être aussi appréciable.

» Pour expliquer cette influence, deux hypothèses se présentent immédiatement :

» Chez les animaux à jeun et inanitiés, les toxines, arrivant dans un organisme appauvri, se trouveraient au contact d'éléments cellulaires affamés, prêts à élaborer et à assimiler tout ce qui se présente et seraient, pour cela, détruites avant d'avoir pu produire la totalité de leurs effets. Ou bien, dans l'autre hypothèse, les toxines n'agiraient pas ou agiraient plus lentement, parce que l'organisme inanitié manquerait des éléments sur lesquels porte leur activité fermentative, pour arriver à la production des poisons immédiatement actifs.

» De ces deux hypothèses, la seconde nous paraît plus probable et plus en rapport avec ce que l'on observe dans les expériences relatives aux effets des toxines et particulièrement avec la façon d'agir de la pneumobacilline et du poison diphtérique, que nous avons plus spécialement étudiés.

» En somme, quelle que soit l'explication admise à propos des résultats que nous avons constatés, l'influence de l'abstinence et de l'inanition, sur les effets de la pneumobacilline et de la toxine diphtérique, reste, et l'on comprend qu'elle puisse prêter à des considérations du plus haut intérêt, relativement à la question de la diète dans le traitement des maladies infectieuses. Ne pouvant développer ce sujet ici, nous nous contentons de le signaler, non pour exagérer la portée de nos conclusions, mais pour indiquer simplement qu'il y a lieu d'éviter des généralisations prématurées, qui feraient dire à nos expériences le contraire de ce qu'elles signifient. »

ZOOLOGIE. — *Nouvelles observations sur les Sésamies, Lépidoptères nuisibles au maïs, à la canne à sucre, au sorgho, etc. — Les générations autumno-hivernales de* Sesamia nonagrioïdes *Lefèvre*. Note de M. J. **Kunckel d'Herculais**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Poursuivant nos recherches biologiques sur la Sésamie (*Sesamia nonagrioïdes* Lefèvre) qui, ainsi que nous l'avons exposé précédemment [1],

---

[1] Jules Kunckel d'Herculais, *Ravages causés en Algérie par les chenilles de* Sesamia nonagrioides *Lefèvre, au maïs, à la canne à sucre, aux sorghos, etc. Observations biologiques. Moyens de destruction* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, 16 novembre 1896, p. 842).

cause en Algérie de grands dégâts dans les cultures de maïs, de canne à sucre, de sorgho et autres grandes Graminées, nous avons été à même de constater des faits dont la connaissance permet de déduire des conclusions présentant un intérêt tout à la fois scientifique et pratique.

» Il était à présumer que les éclosions de papillons qui s'étaient effectuées à Alger et aux environs dans les premiers jours d'octobre ne se renouvelleraient qu'au printemps suivant; en effet, les tiges de maïs desséchées, comme celles des cannes à sucre en végétation, contenaient des chenilles qui, ayant atteint tout leur accroissement, semblaient se préparer à hiverner; il y avait tout lieu de supposer que les pontes déposées dans le courant d'octobre passeraient l'hiver, selon la coutume, pour donner naissance aux jeunes chenilles en avril et mai. Les observations que nous avons été à même de faire sont en contradiction avec ces prévisions.

» Contre toute attente, des chenilles ont continué à se transformer en chrysalide, et, à la fin de décembre 1896 ainsi qu'au commencement de janvier 1897, malgré le refroidissement nocturne, le thermomètre s'étant abaissé certaines nuits jusqu'à 2° au-dessous de zéro, des Papillons sont éclos le matin, voltigeant le soir activement; dans le mois de janvier, des chenilles se sont encore changées en chrysalides, et bien que quelques nuits il eût gelé à glace, de nouvelles éclosions de papillons se sont produites dans les premiers jours de février. Chose plus imprévue, des maïs semés dans la dernière quinzaine d'octobre n'ont pas tardé à être envahis par les chenilles, non par des individus ayant acquis tout leur accroissement et sortis des tiges des grandes Graminées cultivées qui les abritaient pendant la mauvaise saison, mais par de jeunes sujets appartenant à une nouvelle génération; en effet, à la fin de décembre et dans les premiers jours de janvier, les tiges comme les épis mâles et femelles en formation de ces maïs contenaient de nombreuses chenilles à tous les âges, les unes n'ayant que 10^{mm} à 12^{mm}, d'autres mesurant 18^{mm} à 20^{mm}, d'autres enfin ayant acquis presque toute leur taille, c'est-à-dire 30^{mm} à 35^{mm} (Hussein-Dey, près d'Alger, propriété Saint-Foix); on ne saurait conserver aucun doute sur l'origine de ces chenilles en voie de développement, elles provenaient toutes des œufs déposés en octobre et éclos peu de jours après la ponte. La longueur et la froideur des nuits n'ont donc ni suspendu, ni arrêté l'évolution de cette nouvelle génération. Si la température moyenne des mois d'hiver a oscillé en novembre entre 18°,4 et 11°,5, en décembre entre 17° et 10°,3, en janvier entre 17°,5 et 9°,2, ce qui indique un relèvement sensible dans le milieu du jour, relèvement dû surtout à quelques journées de

siroco, il est juste de faire remarquer que l'évolution des Noctuelles indigènes, ni celle d'autres insectes du littoral, n'a été accélérée.

» Ces maïs, destinés à être consommés en vert pendant la saison hivernale, ont dû être arrachés, car il n'en était pas un qui ne fût taraudé dans toutes ses parties; mais, dans les pieds mis en observation, les chenilles se sont transformées en chrysalides dans le mois de janvier 1897.

» Dans la Mitidja, la culture de la canne à sucre a été tentée sur une certaine étendue, notamment dans le domaine de Sidi-Aïd (propriété Jacotin, près Boufarik); l'examen des plantations m'a permis de constater que les sujets en plein développement n'étaient que partiellement atteints; les chenilles s'étaient installées dans un certain nombre de tiges, mais seulement dans quelques entre-nœuds; les plantes n'ayant pas trop souffert présentaient une belle végétation; par contre, les rejets contenaient dans leur intérieur une chenille de Sésamie et se trouvaient complètement perdus. Si de ces faits on est amené à conclure que les cannes ont été envahies tardivement, l'examen des chenilles et la détermination de leur âge donnent la certitude qu'elles appartiennent, de même que celles qui ont attaqué les jeunes maïs, à une génération autumno-hivernale.

» D'une part, les cannes n'arrivant à maturité que le douzième mois, on est en droit de redouter l'extension progressive du mal; d'autre part, les cannes se perpétuant par les rejets des souches primitives, et ces rejets étant détruits, la conservation des plantations devient aléatoire. Le dépérissement absolu de ces Graminées à Hussein-Dey, dépérissement dont nous avons parlé dans notre premier Mémoire, justifie ces appréhensions en fournissant la preuve de l'intensité des ravages que peuvent causer les Sésamies.

» D'après ces constatations biologiques, il est donc certain que *Sesamia nonagrioïdes* a, sur le littoral algérien, des générations qui se succèdent sans interruption; suivant les conditions climatériques, les essaimages de papillons se répétant et se produisant à des intervalles plus ou moins espacés, les pontes se multiplient dans le cours de l'année sans qu'il soit possible de préciser les époques d'éclosion des œufs et de déterminer par conséquent la durée de l'évolution de chaque génération; ce n'est donc pas seulement au printemps qui suit la ponte automnale, ainsi que nous l'avons admis de prime abord, que les générations s'enchevêtrent, car elles s'entrecroisent dès l'automne et en toute saison. Cette multiplication ininterrompue, même durant la saison hivernale, vient à l'appui de l'opinion que nous avons émise tendant à considérer cette Noctuelle comme originaire des

pays chauds, où elle trouve les conditions de milieu qui lui permettent de se reproduire normalement pendant toute l'année.

» L'introduction et l'expansion des Sésamies dans le bassin de la Méditerranée sont certainement le résultat de l'extension culturale de la canne à sucre. En effet, la canne, originaire de l'Asie tropicale, a été introduite et cultivée par les Arabes en Égypte, en Syrie, en Tripolitaine, dès les premiers temps du moyen âge; ce sont eux qui, dès le xe siècle, l'ont apportée en Espagne et l'ont répandue dans le Maghreb; vers 1200, elle fut apportée en Sicile par les Juifs du Maghreb, et sa culture fut entreprise sur des terres qui leur furent concédés par l'empereur Frédéric II; les plantations se multiplièrent et prospérèrent jusqu'au xve siècle au Maroc et en Espagne. Si le sorgho (*bechena* des indigènes) tire son origine de l'Afrique équatoriale, s'il a été cultivé aux temps préhistoriques en Égypte, son extension dans l'Afrique du Nord et dans les autres régions méditerranéennes est due également aux Arabes; ce n'est que vers 1500 que Séville reçut d'Amérique beaucoup de grains de maïs, et c'est au xvie siècle qu'il se répandit en Europe; or, l'introduction comme la multiplication, en divers pays, du sorgho et du maïs se sont faites à l'aide de graines, alors que la dispersion de la canne à sucre a été réalisée au moyen des plantes elles-mêmes. En résumé, on est conduit à admettre que c'est la canne à sucre qui a été l'agent de dissémination des Sésamies, qui ont attaqué ensuite le sorgho et le maïs. »

ZOOLOGIE. — *Morphologie des appendices de l'extrémité antérieure de l'intestin moyen des Orthoptères* (¹). Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Tous les Orthoptères, sauf les *Forficulidæ* et les *Phasmidæ*, portent, à l'origine de l'intestin moyen, des *appendices* plus ou moins volumineux, de formes très variables d'une famille à l'autre et dont le nombre est toujours compris entre deux et huit. La présence ou l'absence de ces appendices permet de diviser les Orthoptères en deux sections très nettes, comprenant des espèces dont la structure des organes internes correspond à des caractères morphologiques externes différents; de plus, le nombre de ces organes, leur disposition, leur mode d'insertion, les plissements qu'ils pré-

(¹) Résumé d'un Travail fait au Muséum (Laboratoire de M. Edmond Perrier).

sentent à l'intérieur et surtout la présence ou l'absence de diverticules postérieurs, permettent de caractériser un certain nombre de familles. C'est ainsi que les *Mantidæ* et les *Blattidæ* sont pourvues de huit appendices intestinaux, tandis que les *Acridiidæ* n'en possèdent que six et les *Locustidæ*, ainsi que les *Gryllidæ*, deux seulement.

» En outre, grâce aux nombreux échantillons que nous avons eus à notre disposition, il nous a été possible de suivre tous les termes de passage entre les Orthoptères à appendices intestinaux pairs et les Orthoptères à appendices multiples : c'est ainsi, par exemple, que les *Pseudophyllinæ* relient les Acridiens aux Locustides.

» Les Mantidæ (*Mantis, Tenodera, Hierodula, Eremiaphila,* etc.) sont pourvues de huit appendices ou cœcums intestinaux, longs, flexueux, cylindriques, insérés à égale distance et circulairement à l'origine de l'intestin moyen, dans lequel ils s'ouvrent séparément par un petit orifice ovale.

» Les appendices de l'intestin moyen sont, comme dans la famille précédente, au nombre de huit chez les Blattidæ, mais ils sont de formes très variables suivant les espèces. Ceux des *Périplanètes* sont tubuleux, à sommets obtus et longs de 6^{mm} à 10^{mm}, sur $0^{mm},7$ de diamètre. Ils ont des parois épaisses et présentent une structure identique à celle de l'intestin moyen dont ils ne sont que de volumineux diverticules. Leur face externe est parcourue par de nombreuses arborisations trachéennes. Ceux des *Polyzosteria* sont filiformes, inégaux et très allongés : certains d'entre eux atteignent jusqu'à 3^{cm} de longueur. Les *Blabera* possèdent des appendices également très étroits.

» On ne compte, chez les Acridiidæ (*Pæcilocerus, Pyrgomorpha, Acridium, Pamphagus, Œdipoda, Stenobothrus, Mecosthetus, Truxalis,* etc.), que six cœcums intestinaux, bien différents par leur forme de ceux des deux familles précédentes. Ces organes, dont la structure est identique à celle de l'intestin moyen, sont cylindriques dans leur moitié inférieure et terminés en avant par une pointe conique. Leur surface externe est lisse, mais l'interne présente une série de replis longitudinaux, divisant la cavité centrale en plusieurs loges. Ils enveloppent, en l'embrassant étroitement, la portion terminale du jabot, celle qui correspond morphologiquement au gésier des *Gryllidæ* et des *Locustidæ*. Ils s'ouvrent, à l'origine de l'intestin moyen, par des orifices en général circulaires et disposés symétriquement. Ces appendices sont pourvus, vers leur point d'insertion au tube digestif, de petits diverticules ou appendices coniques très courts et à sommets dirigés en arrière. Ces appendices postérieurs ne se rencontrent que chez les Acridiens. Ils sont rudimentaires chez les *Stenobothrus*, tandis que chez les *Œdipodinæ*, ils atteignent parfois une longueur égale à la moitié de celle des appendices antérieurs.

» Par les *Pseudophyllinæ*, nous passons aux Locustidæ. Chez le *Cleandrus*, les appendices intestinaux sont disposés, de chaque côté du gésier, en deux groupes. Le groupe postérieur, de beaucoup le moins important, n'est formé que par un cœcum unique, sinueux, élargi à sa base et aminci à son sommet. Le groupe antérieur est large, aplati, à face interne concave et présente, du sommet à la base, six ou sept

sillons peu profonds séparés par des bourrelets parallèles. Chaque sillon correspond à une cloison interne divisant la cavité cœcale en une série de logettes nettement séparées les unes des autres et s'ouvrant directement à l'extrémité antérieure de l'intestin moyen.

» Cette disposition permet de rattacher très facilement les Orthoptères à cœcums multiples aux Orthoptères à cœcums pairs, et de passer ainsi, par des transitions graduelles et insensibles, des *Mantidæ*, *Blattidæ*, *Acridiidæ* aux *Locustidæ* et aux *Gryllidæ*. Chez les autres Locustides, les appendices de l'intestin moyen sont toujours pairs. Ce sont deux larges sacs, à parois épaisses et à face interne arquée, embrassant plus ou moins étroitement les parois du gésier. Ils présentent, chez toutes les espèces, une série de replis qui partent de la paroi interne et divisent la cavité centrale en une série de loges ou compartiments communiquant entre eux.

» Les appendices intestinaux des Gryllidæ sont à peu près semblables à ceux des Locustides; la seule différence consiste en ce que les cloisons internes sont moins développées et la cavité cœcale plus régulière.

» Dans une Communication ultérieure, nous nous proposons de décrire la structure histologique de ces cœcums et d'étudier leur fonction physiologique. »

ZOOLOGIE. — *Phénomènes d'autotomie chez des Phasmides appartenant aux genres* Monandroptera *et* Rhaphiderus. — Note de M. **Edmond Bordage**, présentée par M. Blanchard.

« L'île de la Réunion et l'île Maurice possèdent deux superbes Phasmides appartenant aux genres *Monandroptera* et *Rhaphiderus* : le *M. inuncans* Serville, et le *R. scabrosus* Serv. (*Monandroptera spinigera* Lucas).

» Chez la première espèce, la femelle est aptère et atteint jusqu'à 20^{cm} de longueur sur 25^{mm} de largeur. Sa couleur est brune ou vert pré. Le mâle, de formes moins lourdes, ne dépasse pas 17^{cm} de longueur sur 18^{mm} de largeur. Il est gris verdâtre ou vert. Il possède des élytres très rudimentaires, de la couleur du corps, et des ailes assez longues, teintées de rose pâle et de brun, munies d'un bord opaque vert.

» Les spécimens de *Rhaphiderus scabrosus* sont de dimensions beaucoup moindres; la femelle, brune ou d'un vert pré magnifique, atteint au maximum 8^{cm},5 de longueur sur 11^{mm} de largeur. Elle est aptère. Le mâle, également aptère, revêt une teinte brune et ressemble à un petit rameau. Sa longueur n'est que de 6^{cm},5; sa largeur ne dépasse pas 5^{mm}.

» Il y a quelques mois, étant parvenu à me procurer quelques-uns de ces curieux Orthoptères, je laissai, par oubli, une Monandroptère sur une

table de laboratoire. Quelques instants après, l'insecte, gisant sur le dos, avait perdu ses deux membres antérieurs. Je constatai, avec étonnement, que j'étais en présence de phénomènes d'autotomie, déterminés par deux représentants du *Plagiolepis longipes* Forel (Fourmi originaire de l'Inde et introduite par la navigation, il y a quelques années, à Maurice et à Bourbon, où elle a envahi les habitations du littoral). La séparation s'était produite entre le fémur et le trochanter ([1]). La section était des plus nettes et la perte de sang avait été insignifiante. Les Fourmis parvinrent encore à séparer une troisième patte sous mes yeux, et ce fut tout. Je renouvelai l'expérience, toujours avec succès; mais, dans un cas seulement (il s'agissait d'une femelle de Monandroptère), j'ai pu constater la rupture de tous les membres. Les membres antérieurs, dont le haut de la cuisse est très aminci, sont ordinairement ceux sur lesquels les Fourmis arrivent le plus facilement à déterminer l'autotomie.

» Ce n'est pas par traction que les Fourmis agissent, mais bien par des morsures pratiquées sur la membrane interarticulaire, entre la hanche ou le trochanter, ou entre le fémur et le tibia. L'action d'une seule Fourmi est quelquefois suffisante. Dans certains cas, l'autotomie est immédiate; dans d'autres cas, il s'écoule un certain temps entre le moment où la morsure est pratiquée et celui où l'amputation se produit. Ainsi, après avoir constaté la présence de Fourmis sur les membres d'une Phasmide, il m'est arrivé d'enlever l'insecte en évitant soigneusement de le saisir par les pattes, afin de le soustraire à l'action de ses agresseurs. Dans ces conditions, j'ai quelquefois vu l'autotomie se produire quatre ou cinq minutes après la morsure. Elle se produisait aussi quelquefois lorsque je soulevais l'insecte légèrement, sans secousse ni pression, par l'une des pattes sur lesquelles j'avais vu les Fourmis opérer leurs morsures quelques instants auparavant. Sans la moindre contraction musculaire, l'insecte abandonnait sa patte et retombait.

» L'acide formique a donc une action très énergique, provoquant facilement l'autotomie.

» A quelques exceptions près, ce n'est qu'avec de réelles difficultés que, chez des

---

([1]) Le trochanter et le fémur, au lieu d'être réunis par une articulation leur permettant d'être mobiles l'un sur l'autre, sont au contraire soudés. Ce n'est qu'après avoir constaté les phénomènes d'autotomie que j'ai remarqué cette soudure, indiquée cependant par un petit sillon. Après l'autotomie, la partie qui reste encore attachée au corps comprend la hanche, réunie par la membrane articulaire à un petit anneau ou bourrelet, qui n'est autre chose que le trochanter séparé de la cuisse par une cassure circulaire des plus nettes. Cette soudure du trochanter et de la cuisse, ou fémur, rappelle donc beaucoup celle que l'on observe chez les Crabes, entre le basipodite et l'ischiopodite.

Rhaphidères et des Monandroptères adultes, j'ai pu déterminer l'autotomie, résultat auquel les Fourmis arrivaient avec facilité, pour deux ou trois membres du moins.

» Les exceptions se sont surtout présentées chez des Raphidères. Dans certains cas, en tenant l'insecte suspendu par un membre et en exerçant, au moyen des ongles, une forte pression sur la région moyenne de la cuisse, j'ai pu déterminer l'autotomie; le fait s'est reproduit de la même façon pour les cinq autres membres. J'ai pu arriver au même résultat en opérant des brûlures ou des sections vers la région distale de la cuisse.

» J'ai rencontré plus de difficultés chez la Monandroptère. C'est tout au plus si, chez quelques spécimens, je suis arrivé à faire détacher deux ou trois membres.

» Très souvent, pour l'une comme pour l'autre des deux espèces, il ne m'a pas été possible de provoquer une seule fois l'autotomie. Il est à noter que je parle ici des spécimens observés en pleine vigueur; malgré cela, mes tentatives sont restées infructueuses. J'employais cependant les moyens les plus énergiques : des sections rapides, pratiquées successivement sur un même fémur; puis, l'action de la brûlure jusqu'à ce que le membre fût réduit à un simple moignon. Quelquefois, je soulevais l'insecte par ce moignon et le secouais violemment. Il se produisait alors une déchirure de la membrane située entre le thorax et la hanche, ou, le plus souvent, de celle qui relie la hanche au trochanter. Cette déchirure présentait des contours très irréguliers avec une houppe de fibres musculaires détachées par traction.

» Je dois encore signaler l'intervalle de temps plus ou moins long qui s'écoule entre le moment où l'on produit l'excitation et le moment où le membre se détache. Cet intervalle, qui est quelquefois inférieur à une seconde, peut aller aussi jusqu'à dix minutes.

» *En résumé*, l'autotomie se manifeste nettement chez le *Monandroptera inuncans* et surtout chez le *Rhaphiderus scabrosus*, mais d'une façon irrégulière, capricieuse même, pourrait-on dire. Les membres de la paire antérieure sont ordinairement ceux qui se détachent le mieux. Jamais, cependant, chez ces insectes, l'autotomie ne se produit aussi facilement que chez les Orthoptères sauteurs, tels que les Sauterelles, dont les grandes pattes postérieures se détachent toujours d'une façon si rapide lorsqu'on pince, même très légèrement, le fémur, ou lorsqu'on le sectionne brusquement. Enfin, tandis que chez la Sauterelle, c'est la contraction d'un seul, ou d'un petit nombre de muscles qui provoque la rupture, cette dernière ne s'opère chez les Phasmides qu'à la suite de contractions musculaires très énergiques, siégeant dans tout le corps. Ces contractions sont plus violentes chez les femelles que chez les mâles. Chez les énormes et lourdes femelles de *Monandroptera inuncans* surtout, elles sont très remarquables, et il se produit alors quelquefois, après la rupture, une perte de sang plus considérable que d'habitude, représentée par une grosse goutte verdâtre. Cette

hémorragie, bien qu'arrêtée assez rapidement par coagulation, est cependant suffisante, si elle se manifeste encore pour deux ou trois autres membres, pour amener la flaccidité du corps et la mort de l'insecte au bout de douze à vingt heures.

» Lorsque l'autotomie est produite par la morsure des Fourmis, elle peut être suivie d'hémorragie, si l'insecte est abandonné pendant quelques minutes à ses agresseurs qui, par leurs morsures répétées sur la plaie à vif, empêchent la coagulation du sang. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Diatomées contenues dans les phosphates de chaux suessoniens du sud de la Tunisie.* Note de M. J. TEMPÈRE, présentée par M. Marcel Bertrand.

« L'étude présentée par M. L. Cayeux à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 27 juillet 1896, sur la composition et la formation des phosphates de chaux suessoniens du sud de la Tunisie, dans lesquels l'auteur signale la présence de nombreuses *Diatomées*, avec quelques *Radiolaires* et *Foraminifères*, présentait, à mes yeux, un grand intérêt, à cause de l'âge des matériaux étudiés, plus anciens que ceux dans lesquels on avait jusqu'ici rencontré des Diatomées. Grâce à l'extrême obligeance de M. Cayeux qui, non seulement m'a procuré des matériaux bruts, mais a bien voulu, en outre, me confier également de fort belles coupes dans lesquelles un simple examen m'avait permis de constater la richesse de ces phosphates en débris de Diatomées, j'ai pu déterminer un certain nombre de genres et d'espèces. Malheureusement, ces Diatomées étant calcifiées et phosphatisées, il est impossible de les extraire de la roche par l'action des acides. J'ai donc dû m'en tenir à un examen minutieux des coupes.

» Chacun des grains dont parle M. Cayeux paraît formé presque exclusivement de débris de Diatomées et de Radiolaires ; les premières n'y sont représentées que par des formes relativement petites. La quantité de débris est considérable ; le nombre d'espèces reconnaissables est assez restreint. Les quelques genres et espèces déterminables donnent lieu de supposer que ce dépôt a quelque analogie avec ceux des Barbades, qui, eux aussi, contiennent, avec des Radiolaires, de petites espèces de Diatomées, dont la plupart sont très délicates. J'entretiens l'espoir que, dans la couche qui renferme ces phosphates, il se trouvera quelques échantillons dont les coupes permettront de reconstituer la flore diatomique de cette

époque et de cette région. Voici les noms des genres aisément reconnaissables que contiennent les préparations de M. Cayeux :

» *Chætoceras* (rare), *Coscinodiscus, Hemiaulus, Melosira, Podosira, Pyxilla, Rhizosolenia, Stephanopyxis, Triceratium.*

» Le genre *Melosira* y est assez souvent représenté; ou y rencontre même plusieurs valves de *M. sulcata* formant la chaîne. Les genres *Coscinodiscus* et *Stephanopyxis* y ont laissé de nombreux débris, très caractéristiques; toutefois, les quelques valves à peu près entières qu'on y rencontre sont trop corrodées pour qu'il soit possible de les déterminer spécifiquement. Le genre *Triceratium* y est assez rarement représenté, mais toujours par des débris ou des échantillons robustes et faciles à reconnaître. M. le professeur J. Brun, de Genève, à qui j'ai communiqué ces coupes, y a reconnu, entre autres formes, le *Tric. tridactylum* Bright. J'y ai également rencontré une valve complète et très robuste de l'*Hemiaulus polycistinorum,* commune dans les dépôts des Barbades. Des *Rhizosolenia,* on ne retrouve que les calyptres assez bien conservés; les *Pyxilla* y sont rares, mais presque toujours entiers; quant aux genres *Chætoceras* et *Podosira,* c'est avec quelque hésitation que je les mentionne, bien que les débris observés me paraissent devoir leur appartenir. »

GÉOLOGIE. — *Analyse lithologique de fonds marins provenant du golfe de Gascogne.* Note de M. J. Thoulet.

« Les vingt et un fonds marins qui ont été analysés en détail sont, pour la majeure partie, ceux qui ont été rapportés par moi de la campagne scientifique du *Caudan*, en 1895. Le plus profond a été recueilli à 2200^{m}.

» Dans chacun d'eux, on a dosé la proportion relative de grains minéraux et de vase amorphe, proportion considérée comme unique base de la classification des dépôts : celle des grains de diamètre au-dessus de $0^{mm},5$, ceux de diamètre compris entre $0^{mm},5$ et $0^{mm},025$; enfin celle des grains de diamètre inférieur. Dans chacune de ces catégories, ou a dosé le carbonate de chaux, l'argile provenant de la décomposition de celui-ci, la quantité de grains minéraux ayant une densité inférieure à 2,7 et celle des minéraux ayant une densité plus élevée. Dans l'argile de la vase, on a évalué la perte par calcination et cherché à reconnaître la présence du manganèse.

» L'analyse lithologique qui classe les fonds et permet de les noter sur une Carte lithologique sous-marine, analogue aux Cartes géologiques continentales, doit être suivie d'une analyse microscopique de chacune des fractions isolées, destinée à renseigner sur l'histoire même du dépôt marin.

» La discussion des résultats de l'analyse lithologique conduit, dès à présent, aux conclusions suivantes :

» La composition des dépôts ne dépend immédiatement ni de la profondeur, ni de la distance à la terre, ni de la position des stations relativement à l'axe du golfe de Gascogne dirigé du nord-ouest au sud-est et orientation générale des courants superficiels dans ces parages.

» La composition de deux fonds très voisins peut présenter de notables différences; il en est de même de la faune habitant le fond.

» Lorsqu'un bloc de roche d'origine continentale, et détaché, soit par érosion, soit autrement, de la roche mère, se trouve sur le rivage, les agents naturels en séparent continuellement de menus fragments.

» Comme Aimé l'avait en partie reconnu, dès 1845, dans ses beaux travaux d'Océanographie, ces débris minéraux des bords de la mer, poussés par les courants côtiers, de marées ou autres, marchent par petits fonds, parallèlement au rivage. Quoique avançant et rétrogradant tour à tour suivant l'interversion régulière des courants, ils progressent dans une direction générale déterminée, et font ainsi un trajet réel beaucoup plus long que leur trajet apparent tel qu'il serait mesuré sur une carte. Pendant cette marche, remués sans cesse sur des fonds peu éloignés de la surface, où se fait sentir l'agitation des vagues, ils s'usent surtout mécaniquement, se transforment en sable fin et tendent à s'écarter quelque peu du bord à mesure que leur volume diminue. L'eau, par son mouvement d'oscillation, les trie et les groupe d'une façon homogène. Dans l'effet d'usure produit, une part, la plus importante, revient au choc, sur les plages mêmes; une autre part, au frottement. Un même bloc se débite, non pas en un nombre considérable de galets, chacun se divisant de plus en plus, on pourrait presque dire dichotomiquement, mais, de sa masse, continuellement, se détachent de fines parcelles, jusqu'à ce que le bloc soit réduit, en quelque sorte, à n'être plus qu'un seul caillou, un seul galet et, en dernier lieu, un seul grain de sable. Chaque fois qu'un fragment minéral est suffisamment fin pour être enlevé par le courant portant au large, et cette finesse dépend évidemment de la force du courant variable en chaque localité, il s'éloigne vers la haute mer, avec une trajectoire résultante de la direction et de la force du courant et de la pesanteur qui tend à le faire descendre verticalement. Or, quelque peu étudiés que soient encore les courants, on sait que, sur une même verticale, ils diffèrent notablement de force et de direction. C'est de cette vaste circulation superficielle et profonde que le grain de sable est le jouet, jusqu'au moment où il trouve le repos sur le fond où

nous le récoltons dans les grands sondages, soustrait à toute usure mécanique puisque le liquide qui l'entoure est immobile, soustrait à l'usure par dissolution puisque les eaux de la mer ne sont, pour ainsi dire, pas dissolvantes, uniquement soumis à des actions chimiques particulières sur lesquelles l'attention des savants commence à se porter, mais qui sont encore mal connues.

» La variabilité de composition de fonds très voisins prouve que la circulation océanique, malgré sa complication, est nettement délimitée dans ses effets et, par conséquent, dans sa nature propre.

» L'étude des courants superficiels et profonds tire de ces considérations une importance extrême. Ils doivent être étudiés synthétiquement dans le laboratoire et par mesure directe, sur mer, en particulier au moyen des flotteurs-épaves ou épaves artificielles accouplées, donnant des trajectoires continues et dont j'ai ailleurs préconisé l'usage. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Physique présente la liste suivante de candidats pour la place laissée vacante par le décès de M. *Fizeau* :

En première ligne........................	M. VIOLLE.
En seconde ligne, par ordre alphabétique...	M. AMAGAT. M. BOUTY. M. GERNEZ. M. PELLAT.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. M. B.